

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Mitsuo UEDA et al. :
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed February 20, 2004 : **Attorney Docket No. 2004_0256A**
MOTOR DRIVING APPARATUS :

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

Sir:

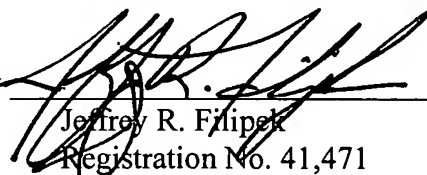
Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-045015, filed February 21, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Mitsuo UEDA et al.

By



Jeffrey R. Filipek
Registration No. 41,471
Attorney for Applicants

JRF/fs
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
February 20, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 1 日
Date of Application:

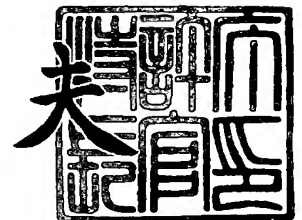
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 5 0 1 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 5 0 1 5]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 4 0 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022040315

【提出日】 平成15年 2月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 33/04

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 植田 光男

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社

 【氏名】 中田 秀樹

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 吉田 誠

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100081813

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 早瀬 憲一

 【電話番号】 06(6395)3251

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013527

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9600402

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 往復運動可能に設けられた可動子と、上記可動子を支持するバネ部材とを有するリニア振動モータを駆動するモータ駆動装置であって、

上記リニア振動モータにその運転が行われるよう駆動電圧を印加する運転モードと、上記リニア振動モータにその可動子の推力が発生するよう直流電圧を印加する非運転モードとを有するモータドライバと、

上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の推力を示す推力情報を出力する推力情報出力部と、

上記推力情報が示す推力を、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流で除算する演算を行って、上記リニア振動モータのモータ推力定数を算出する推力定数算出部と、

上記算出されたモータ推力定数に基づいて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行う可動子位置演算部とを備えたことを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のモータ駆動装置において、

上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により上記可動子が移動した距離を検出する移動距離検出部を備え、

上記推力情報出力部は、

上記移動距離検出部により検出された可動子の移動距離と、上記バネ部材のバネ定数とを乗算する演算により、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の推力を決定し、決定した可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載のモータ駆動装置において、

上記可動子が、該可動子に上記バネ部材のバネ力が作用しない中立位置から所定距離離れた定位置に到達したとき、上記可動子が該定位置に達したことを示す検知信号を出力する可動子位置検知部を備え、

上記推力情報出力部は、上記検知信号を受けたとき、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生し、かつ上記定位置に位置している可動子に作用す

るバネ部材のバネ力と釣り合う可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載のモータ駆動装置において

、

上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、

上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、該運転の開始時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 5】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載のモータ駆動装置において

、

上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、

上記可動子位置演算部は、リニア振動モータの運転中に、前回の運転の終了時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 6】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載のモータ駆動装置において

、

上記リニア振動モータの温度を検出する温度検出部と、

上記推力定数算出部により算出されたモータ推力定数及び上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記可動子の位置を算出するリニア振動モータ運転中の位置演算で用いるモータ推力定数を推定するモータ推力定数推定部を備え

、

上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時あるいは運転終了時に、またはその運転開始時及び運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、

上記モータ推力定数推定部は、

上記リニア振動モータの非運転時には、上記非運転モードにて算出されたモータ推力定数と、該モータ推力定数が算出されたときに上記温度検出部により検出された温度とに基づいて、上記リニア振動モータの温度とそのモータ推力定数の関係を導き、

上記リニア振動モータの運転時には、上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記リニア振動モータの温度とモータ推力定数の関係から、上記リニア振動モータの運転状態でのモータ推力定数を推定するものであり、

上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、上記推定されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするモータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、モータ駆動装置に関し、特に、可動子及びこれを支持するバネ部材を有するリニア振動モータを駆動するモータ駆動装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来からリニア振動モータを用いた機器には、携帯電話などの、機械的振動によって着信を伝える振動発生器や、気体もしくは液体を圧縮循環させるコンプレッサあるいは往復式電気かみそりがあり、コンプレッサや往復式電気かみそりでは、その駆動源に上記リニア振動モータが用いられている。

【0 0 0 3】

リニア振動モータの代表的なものは、単相同期モータの構造、つまり永久磁石からなる可動子と鉄心にコイルと巻回してなる固定子とを有し、上記コイルへの交流電圧の印加により可動子が往復運動するようにしたものである。

【0 0 0 4】

このように可動子の往復運動により振動を発生させる場合、強い電磁力が必要であるが、リニア振動モータでは、可動子をバネ部材により支持して上記可動子を含むバネ振動系を形成することにより、その駆動に必要なエネルギーを小さく

抑えることができる。つまり、上記可動子をバネ部材により支持したリニア振動モータでは、可動子を含むバネ振動系をその固有振動数（共振周波数）で振動させることにより、リニア振動モータを小さいエネルギーで駆動可能である。

【 0 0 0 5 】

ところが、リニア振動モータでは、可動子のストローク長が一定の許容値以上に大きくなると、可動子とモータ筐体との衝突やバネ部材の破損といった問題が生ずることから、可動子の位置を検知し制御する必要がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、特開平 1 1 - 3 2 4 9 1 1 号公報には、リニア振動モータを駆動する駆動装置において、リニア振動モータの可動子の位置を検知する位置センサなどの検出部を備え、可動子のストローク長が一定の許容値以上に大きくなると、リニア振動モータの出力を抑制し、つまりリニア振動モータへの印加電圧もしくは印加電流の振幅値を減少させ、これにより、可動子がモータ筐体等と衝突したり、バネ部材が限界値以上に伸びたりして、リニア振動モータが破壊するのを防止するものが開示されている。（特許文献 1 参照。）

【 0 0 0 7 】

上記のような位置検知部としては、リニア振動モータにおける可動子と非接触で、可動子中立位置などの可動子基準位置に対する可動子の変位の程度（可動子変位置量）を検出可能なセンサ、例えば、渦電流方式を用いた変位計、差動トランスを用いた変位計などが用いられる。

【 0 0 0 8 】

ところが、このようなセンサを用いると、リニア振動モータの製造コストが増大するだけでなく、センサを装着するスペースが必要となり、リニア振動モータの筐体が大きくなってしまう。また、リニア振動モータのアプリケーションとして圧縮機を考えた場合、このようなセンサは、高温かつ高圧のガスにさらされた状態で使用される可能性があるため、センサ自体の信頼性の問題、言い換えると、このようなセンサとしては、高温高圧の雰囲気の下で信頼して使用できるものが要求されるという問題も生じる。

【 0 0 0 9 】

そこで、可動子の位置を検出する方法として、可動子の位置検出を、リニア振動モータ内部に配置される位置センサにより行うという方法ではなく、リニア振動モータに供給される駆動電流及び駆動電圧を直接測定し、その測定値に基づいて可動子の位置を導出する手法が提案されている（例えば、特許文献2参照。）

【0010】

以下、この公報記載の、リニア振動モータの可動子位置検知方法について説明する。なお、この公報記載のリニア振動モータは、リニア圧縮機に適用したものであり、従って、この公報では、上記リニア圧縮機を構成するシリンダ内のガスが圧縮されるよう該シリンダ内で往復運動する可動子がシリンダヘッドに衝突するのを防止する場合が示されている。

【0011】

図13は、可動子が往復運動するリニア振動モータの等価回路を示す図である。

図中、 L はリニア振動モータを構成する巻線の等価インダクタンス $[H]$ であり、 R は上記巻線の等価抵抗 $[\Omega]$ である。また、 V はリニア振動モータに印加される瞬時電圧 $[V]$ であり、 I はリニア振動モータに供給される電流 $[A]$ である。 $\alpha \times v$ はリニア振動モータの駆動により生じる誘導起電圧 $[V]$ であり、 α はリニア振動モータの推力定数 $[N/A]$ 、 v はリニア振動モータの瞬時速度 $[m/s]$ である。

【0012】

ここで、リニア振動モータの推力定数 α は、リニア振動モータに単位電流 $[A]$ を流したときに生じる力 $[N]$ を示している。また、推力定数 α の単位は $[N/A]$ により表しているが、この単位は、 $[Wb/m]$ 、 $[V \cdot s/m]$ と同等である。

【0013】

図13に示す等価回路は、キルヒホッフの法則から導出されるものであり、この等価回路から、リニア振動モータでの可動子の瞬時速度 v $[m/s]$ が求められる。

【0014】

つまり、リニア振動モータが駆動されている状態では、リニア振動モータに対する印加電圧（ V ）が、リニア振動モータの巻線の等価抵抗による降下電圧（ $I \times R$ ）〔 V 〕と、上記巻線の等価インダクタンスによる降下電圧（ $L \cdot dI/dt$ ）〔 V 〕と、リニア振動モータの駆動により生じる誘導起電圧（ $\alpha \times v$ ）〔 V 〕との和と釣り合うこととなり、下記の（１）式が成立する。

【数１】

$$v = \frac{1}{\alpha} \left(V - R \times I - L \frac{dI}{dt} \right) \quad \dots (1)$$

上記（１）式で用いられている係数 α 〔 N/A 〕、 R 〔 Ω 〕、 L 〔 H 〕は、モータ固有の定数であり、既知の値となっている。従って、これらの定数と、測定された印加電圧 V 〔 V 〕及び印加電流 I 〔 A 〕から、上記（１）式に基づいて、瞬時速度 v 〔 m/s 〕が求められる。

【００１５】

また、可動子変位量（不定の基準位置から可動子までの距離） x 〔 m 〕は、下記の（２）式に示すように、瞬時速度 v 〔 m/s 〕の時間積分により求められる。なお、（２）式における定数 $Const.$ は、積分開始時の可動子変位量である。

【数２】

$$x = \int v dt + Const. \quad \dots (2)$$

このように上記公報記載の可動子位置検知方法では、リニア振動モータに対する印加電圧の測定値 V 及び供給電流の測定値 I に対して、上記（１）式に基づいて微分処理を含む演算処理を施して、可動子の瞬時速度 v を求め、さらにこの瞬時速度 v に対して、上記（２）式に基づいた積分処理を含む演算処理を施して、可動子変位量 x を算出することができる。

【００１６】

但し、このように上記（１）式及び（２）式に基づく演算により得られる可動子変位量 x は、可動子軸線上のある位置を基準とする変位量であり、この変位量 x から直接、可動子が衝突する可能性のあるシリンダヘッドから可動子上死点位

置までの距離を求めることはできない。

【0017】

つまり、リニア振動モータを適用している圧縮機に、負荷がかかっている状態では、可動子往復運動における可動子中心位置（可動子振幅中心位置）は、冷媒ガスの圧力により、可動子中立位置（つまり圧縮室内の圧力が背面圧力に等しい場合の可動子振幅中心位置）に対してオフセットされることとなり、可動子はオフセットされた可動子振幅中心位置を中心として往復動することとなる。言い換えると、（2）式により得られる可動子変位量 x は、上記オフセットの程度に応じた平均成分を含むものとなる。

【0018】

ところが、実際のアナログ積分器またはデジタル積分器はすべて、定数またはDC入力に対して完全な応答信号を出力する理想的な積分処理を行うものではなく、DC入力に対する応答を制限したものとなっているため、実際の積分器では、上記可動子変位量 x に対してその平均成分を反映した積分演算処理を施すことができない。なお、このように実際の積分器をDC応答を制限したものとしているのは、入力信号における避けることのできないDC成分によってその出力が飽和するのを回避するためである。

【0019】

この結果、実際の積分器にて上記（2）式に基づく積分処理により求められる可動子変位量 x [m] は、この変位量から、可動子と筐体の間の実際の距離を直接求めることができるものではなく、単に、可動子軸線上のある地点を基準とした可動子位置を示すものである。

【0020】

このため、上記（2）式から得られる可動子変位量 x [m] は、可動子振幅中心位置に対する可動子位置を示す可動子変位量 x' に変換され、さらにこの変換された可動子変位量 x' を用いて、可動子振動中心位置を示す、シリンダヘッドを基準とする可動子変位量 x'' を求める演算処理が行われる。

【0021】

以下、これらの演算処理について詳述する。

図 14 は、上記リニア振動モータ内での可動子位置を模式的に示す図である。

【0022】

まず、図 14 に示される 3 つの座標系、つまり第 1 の座標系 X 、第 2 の座標系 X' 、第 3 の座標系 X'' について簡単に説明する。

第 1 の座標系 X は、上記可動子変位量 x を表す座標系であり、可動子軸線上のある地点 P_{aru} を原点 ($x = 0$) としている。従って、変位量 x の絶対値は、上記地点 P_{aru} から可動子先端位置 P までの距離を示す。

【0023】

第 2 の座標系 X' は、上記可動子変位量 x' を表す座標系であり、可動子振幅中心位置 P_{av} を原点 ($x' = 0$) としている。従って、変位量 x' の絶対値は、上記振動中心位置 P_{av} から可動子先端位置 P までの距離を表す。

【0024】

第 3 の座標系 X'' は、上記可動子変位量 x'' を表す座標系であり、可動子軸線上のシリンダヘッドの位置 P_{sh} を原点 ($x'' = 0$) としている。従って、変位量 x'' の絶対値は、シリンダヘッド位置 P_{sh} から可動子先端位置 P までの距離を表す。

【0025】

次に、可動子変位量 x'' を求める演算について説明する。

最も可動子がシリンダヘッドに近づいたときの可動子位置（可動子上死点位置） P_{td} は、上記第 1 の座標系 X 上では変位量 x_{td} により示され、最も可動子がシリンダヘッドから遠ざかったときの可動子位置（可動子下死点位置） P_{bd} は、上記第 1 の座標系 X 上では、変位量 x_{td} より示される。そして、上記第 1 の座標系 X 上での、可動子上死点位置 P_{td} に相当する変位量 x_{td} と、上記第 1 の座標系 X 上での、可動子下死点位置 P_{bd} に相当する変位量 x_{bd} との差から、可動子ストローク L_{ps} [m] が求められる。

【0026】

また、可動子が往復動している状態での可動子振幅中心位置 P_{av} は、最も可動子がシリンダヘッドに近づいたときの可動子位置（可動子上死点位置） P_{td} の変位量 x_{td} から、可動子ストローク L_{ps} [m] の半分の長さ ($L_{ps}/2$) だけシリ

シリンダヘッドから遠ざかった位置である。従って、可動子振幅中心位置 P_{av} は、上記第1の座標系 X 上では、変位量 x_{av} ($= (x_{bd} - x_{td}) / 2$) により示される。

【0027】

さらに、(2) 式の定数 $Const.$ を 0 とすることにより、可動子振幅中心位置 P_{av} を基準 (原点) として、言い換えると第2の座標系 X' 上にて、可動子位置 P を可動子変位量 x' [m] により示す新たな関数が導出される。

【0028】

続いて、シリンダヘッド位置 P_{sh} を原点とする第3の座標系 X'' にて、可動子振幅中心位置を示す可動子変位量 x'' を求める方法について説明する。

【0029】

リニア圧縮機が冷媒ガスを吸入している状態 (吸入状態) では、つまり、吸入弁が開いている状態では、圧縮室内部の圧力と可動子背面の圧力とは共に冷媒の吸入圧となって等しくなる。これは、リニア圧縮機が、吸入弁が開いた状態では差分圧が 0 となる構造となっているためである。この状態では、冷媒ガスの圧力が可動子に作用する力を無視することができる。つまりこの状態では、可動子に作用する力は、支持バネがたわむことにより生じるバネの反発力と、リニア振動モータに電流を流すことにより生じる電磁力のみである。ニュートンの力学運動法則より、これらの力の和は、運動を行っている可動部材の全質量とその加速度の積に等しくなる。

【0030】

従って、この状態では、可動部に関する運動方程式として下記の (3) 式が成立する。

【数3】

$$m \times a = \alpha \times \{-k(x' + x_{av} - x_{ini})\} \quad \dots (3)$$

(3) 式において、 m は往復運動を行っている可動部材の全質量 [kg]、 a は上記可動部材の瞬時加速度 [m/s²]、 k はリニア振動モータを構成する支持バネのバネ定数 [N/m] である。また、 x_{av}'' は、上述した、可動子振幅

中心位置を示す第3の座標系X”での変位置量であり、この変位置量 x_{av}'' は、その絶対値が、シリンダヘッド位置 P_{sh} から可動子振動中心位置 P_{av} までの距離を表すものである。さらに、 x_{ini}'' は、可動子中立位置 P_{ini} を示す第3の座標系X”での変位置量であり、この変位置量 x_{ini}'' は、その絶対値が、上記可動子中立位置（上記支持バネが変形していない状態での可動子の位置） P_{ini} とシリンダヘッド位置 P_{sh} との間の距離 [m] を表すものである。

【0 0 3 1】

ここで、瞬時加速度 a [m/s/s] は、(1) 式で表される瞬時速度 v [m/s] を微分することによって、下記の(4)式に示すように求めることができる。

【数 4】

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \dots (4)$$

また、可動子振幅中心位置 P_{av} からの可動子先端位置 P までの距離を示す、第2の座標系X’の変位置量 x' [m] は、(2) 式の定数 $Const.$ を0とすることにより求められる。

【0 0 3 2】

さらに、可動部材の全質量 m [kg]、支持バネのバネ定数 k [N/m]、シリンダヘッド位置 P_{sh} から可動子中立位置 P_{ini} までの距離を表す、第3の座標系X”の変位置量 x_{ini}'' [m] は既知の値であり、駆動電流 I は測定値を用いることができる。

【0 0 3 3】

従って、(3) 式を用いて、シリンダヘッド位置 P_{sh} から可動子振幅中心位置 P_{av} までの距離を示す、第3の座標系X”の変位置量 x_{av}'' を算出することができる。

【0 0 3 4】

また、可動子の上死点位置（可動子がシリンダヘッドに最も近づく位置） P_{td} を示す、第3の座標系X”の変位置量 x_{td}'' [m] は、上記(3)式により求めた

第3の座標系 X'' の変位量 x_{av}'' （シリンダヘッド位置 P_{sh} から可動子振幅中心位置 P_{av} までの距離）から、既に求めた可動子ストローク長 L_{ps} [m] の半分（ $L_{ps}/2$ ）の距離だけシリンダヘッド側へ遠ざかった位置の変位量として求められる。

【0035】

このようにして、リニア振動モータに印加される電流 I 及び電圧 V から可動子のストローク長 L_{ps} [m] と、可動子上死点位置 P_{td} を、シリンダヘッド位置 P_{sh} からの距離として示す、第3座標系 X'' の変位量 x_{td}'' [m] が算出される。

【0036】

【特許文献1】

特開平11-324911号公報

【特許文献2】

特表平8-508558号公報

【0037】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記演算に使用するモータ推力定数 α は、リニア振動モータに使用するマグネットの特性によって決まるものであるため、単体バラツキや経時変化、さらには熱による変化等により、上記演算結果に誤差を生じさせる。

【0038】

具体的には、モータ推力定数 α が10%ばらつくと、算出される可動子のストロークは10%以上ばらつく。これでは、上記各式を用いた演算により得られた該可動子の位置に基づいて、可動子とシリンダヘッドとの衝突を回避しようとすると、可動子とシリンダヘッドとのクリアランスに10%以上の余裕を見なければいけないため、可動子のストロークを、可動子が、演算により得られる可動子の衝突限界位置（つまり可動子がシリンダヘッドに接触する位置）に近接するまで大きくすることができない。

【0039】

本発明は、上記このような従来の課題を解決するためのなされたもので、動作状態に基づいてモータ推力定数を算出することができ、これにより、高い精度で

可動子の位置検知を行うことができるモータ駆動装置を提供することを目的とするものである。

【0040】

【課題を解決するための手段】

この発明（請求項1）に係るモータ駆動装置は、往復運動可能に設けられた可動子と、上記可動子を支持するバネ部材とを有するリニア振動モータを駆動するモータ駆動装置であって、上記リニア振動モータにその運転が行われるよう駆動電圧を印加する運転モードと、上記リニア振動モータにその可動子の推力が発生するよう直流電圧を印加する非運転モードとを有するモータドライバと、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の推力を示す推力情報を出力する推力情報出力部と、上記推力情報が示す推力を、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流で除算する演算を行って、上記リニア振動モータのモータ推力定数を算出する推力定数算出部と、上記算出されたモータ推力定数に基づいて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行う可動子位置演算部とを備えたことを特徴とするものである。

【0041】

この発明（請求項2）は、請求項1記載のモータ駆動装置において、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により上記可動子が移動した距離を検出する移動距離検出部を備え、上記推力情報出力部は、上記移動距離検出部により検出された可動子の移動距離と、上記バネ部材のバネ定数とを乗算する演算により、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の推力を決定し、決定した可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするものである。

【0042】

この発明（請求項3）は、請求項1記載のモータ駆動装置において、上記可動子が、該可動子に上記バネ部材のバネ力が作用しない中立位置から所定距離離れた定位置に到達したとき、上記可動子が該定位置に達したことを示す検知信号を出力する可動子位置検知部を備え、上記推力情報出力部は、上記検知信号を受けたとき、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生し、かつ上記定位

置に位置している可動子に作用するバネ部材のバネ力と釣り合う可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするものである。

【0043】

この発明（請求項4）は、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、該運転の開始時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするものである。

【0044】

この発明（請求項5）は、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記可動子位置演算部は、リニア振動モータの運転中に、前回の運転の終了時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするものである。

【0045】

この発明（請求項6）は、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記リニア振動モータの温度を検出する温度検出部と、上記推力定数算出部により算出されたモータ推力定数及び上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記可動子の位置を算出するリニア振動モータ運転中の位置演算で用いるモータ推力定数を推定するモータ推力定数推定部を備え、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時あるいは運転終了時に、またはその運転開始時及び運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記モータ推力定数推定部は、上記リニア振動モータの非運転時には、上記非運転モードにて算出されたモータ推力定数と、該モータ推力定数が算出されたときに上記温度検出部

により検出された温度とに基づいて、上記リニア振動モータの温度とそのモータ推力定数の関係を導き、上記リニア振動モータの運転時には、上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記リニア振動モータの温度とモータ推力定数の関係から、上記リニア振動モータの運転状態でのモータ推力定数を推定するものであり、上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、上記推定されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするものである。

【0046】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1によるモータ駆動装置101aを説明するためのブロック図である。

【0047】

この実施の形態1のモータ駆動装置101aは、固定子及び可動子と、上記可動子を含むバネ振動系が形成されるよう上記可動子を支持するバネ部材（支持バネ）とを有するリニア振動モータ100を、要求されるモータ出力に応じた駆動周波数で駆動するものである。また、このモータ駆動装置101aは、上記可動子の位置を駆動電流及び駆動電圧に基づいて算出する位置演算を、リニア振動モータ100のモータ推力定数に基づいて行い、算出された可動子の位置に応じてリニア振動モータの駆動を制御するものである。なお、ここで、上記リニア振動モータの駆動周波数は、上記バネ振動系の振動周波数である。また、上記固定子は鉄心にコイルを巻回してなる電磁石から構成されており、上記可動子は永久磁石から構成されている。

【0048】

すなわち、この実施の形態1のモータ駆動装置101aは、可動子の位置 X_{cu1} を示す位置情報 I_x に基づいて上記リニア振動モータ100を駆動制御するモータドライバ1aを有している。このモータドライバ1aは、上記リニア振動モータ100の運転が行われるよう該リニア振動モータ100に駆動電圧を印加す

る運転モードと、上記リニア振動モータ 100 に上記可動子の推力が発生するよう直流電圧 V_{dc} を印加する非運転モードとの 2 つの動作モードを有している。

【0049】

モータ駆動装置 101 a は、上記モータドライバ 1 a から上記リニア振動モータ 100 に印加される直流電圧 V_{dc} により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出し、該推力 F_{thr} を示す情報（推力情報） I_f を出力する推力検出部 3 a を有している。ここで、上記可動子の推力 F_{thr} は、リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子に作用する電磁力に相当するものである。

【0050】

モータ駆動装置 101 a は、リニア振動モータ 100 に供給される電流を検出する電流センサ 4 a1 を有し、上記推力情報 I_f 及び該電流センサの出力 C_{sns} に基づいて、上記リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流 I_{dc} で除算する演算により、上記リニア振動モータ 100 のモータ推力定数 α を決定し、該決定された推力定数 α を示す推力定数情報 I_α を出力する推力定数決定部 4 a を有している。

【0051】

モータ駆動装置 101 a は、上記推力定数情報 I_α が示すモータ推力定数 α を用いて、リニア振動モータの駆動電流及び駆動電圧から可動子の位置を算出する位置演算を行う可動子位置算出部 2 a を有している。

【0052】

以下、上記モータ駆動装置 101 a を構成するモータドライバ 1 a、可動子位置演算部 2 a、作用力検出部 3 a 及び推力定数決定部 4 a について詳しく説明する。

【0053】

モータドライバ 1 a は、動作モードが上記運転モードであるとき、電源電圧（図示せず）を受け、リニア振動モータ 100 に駆動電圧を印加して該リニア振動モータ 100 を駆動するものである。上記リニア振動モータ 100 には通常、駆動電圧として交流電圧 V_{ac} が印加され、リニア振動モータ 100 には駆動電流と

して交流電流 I_{ac} が供給される。またこのリニア振動モータ 100 は、駆動電圧として交流電圧 V_{ac} が印加された場合には、交流電圧 V_{ac} の周波数と同じ周波数での可動子の往復運動が可能なるものである。また、上記リニア振動モータ 100 に直流電圧 V_{dc} が印加された場合には、上記可動子は一定の電磁力を受け、可動子の推力 F_{thr} が発生することとなる。また、上記モータドライバ 1a は、上記可動子の位置 X_{cul} を示す位置信号 I_x に基づいて、上記駆動電圧（交流電圧） V_{ac} のレベル（波高値）を決定するものである。さらに、上記モータドライバ 1a は、上記推力定数 α を算出する演算処理が行われるよう上記リニア振動モータに直流電圧 V_{dc} を印加する推力定数算出モード（非運転モード）と、リニア振動モータ 100 の通常運転が行われるよう、リニア振動モータ 100 に交流電圧 V_{ac} を印加する運転モードとを切り替える制御部（図示せず）を有している。

【0054】

可動子位置演算部 2a は、リニア振動モータ 100 の運転中に、つまり可動子が往復動作を行っている状態で、可動子の位置を演算により求めるものである。

【0055】

具体的な方法としては、従来の技術の説明で示した特表平 8-508558 号公報に記載のように、リニア振動モータ 100 の運動方程式から可動子の位置を算出する方法が用いられる。このとき、可動子の位置の演算に用いられるモータ推力定数 α は、推力定数決定部 4a により決定されたものである。

【0056】

推力検出部 3a は、リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出するものである。ここで、該可動子の推力の検出は、具体的には、上記可動子もしくは可動子が接する部位に取り付けられた圧力センサや歪ゲージといった、力を検知するセンサにより行うことができる。

【0057】

推力定数決定部 4a は、推力検出部 3a から出力された推力情報 I_f が示す推力 F_{thr} を、モータドライバ 1a からリニア振動モータ 100 に供給される直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(1)$ により除算する演算を行って、リニア振動モータ 100 のモータ推力定数 α を決定し、該決定したモータ推力定数 α を示す推力定数情報 I

α を出力するものである。

【0058】

なお、上記モータ推力定数 α を算出する演算に用いる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(1)$ は、推力検出部 3a が上記可動子の推力（可動子に作用する電磁力） F_{thr} を検出した時点での電流値である。つまり、推力検出部 3a として、筐体等に取り付けられた圧力センサを用いる場合、リニア振動モータ 100 に直流電流 I_{dc} が供給されて上記可動子が移動しても、可動子が筐体に取り付けられた圧力センサに到達するまでは、該圧力センサの出力（つまり可動子に作用する電磁力の検出出力）はゼロのままである。従って、モータ推力を算出する演算は、圧力センサの検出出力が、可動子に作用する電磁力 F が 0 以外の何らかの値であることを示すとき、言い換えると上記可動子が筐体に取り付けられた圧力センサに接触したときの電流値 I_{cont} ($= I_{dc}(1)$) を基準として行う必要がある。

【0059】

また、直流電流 I_{dc} を検出する方法は、例えば、非接触式の電流センサを用いる方法や、シャント抵抗を用いて検出する方法、さらにはモータドライバ 1a の出力電圧とリニア振動モータ 100 の巻線抵抗値から算出する方法などが考えられる。

【0060】

次に動作について説明する。

図 2 は実施の形態 1 のモータ駆動装置 101a の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にて推力定数を算出する動作のフローチャートを示している。

【0061】

まず、モータドライバ 1a の推力定数算出モード（非運転モード）での動作について説明する。

モータドライバ 1a は、その制御部の制御により、リニア振動モータ 100 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう直流電圧 V_{dc} をリニア振動モータ 100 に印加する（ステップ S11）。

【0062】

推力検出部 3a は、上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 100 に

流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(1)$ が維持された状態で、上記リニア振動モータの可動子に作用する電磁力（可動子の推力） F_{thr} を検知する（ステップ S 12）。

【0063】

推力定数決定部 4 a は、上記ステップ S 12 で検出された可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 100 を流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(1)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を算出し、該モータ推力定数 α を示す推力定数情報 I_{α} を算出する（ステップ S 13）。

【0064】

次に、モータドライバ 1 a の運転モードでの動作について説明する。

モータドライバ 1 a は、リニア振動モータ 100 に交流電流（駆動電流） I_{ac} が供給されるよう、リニア振動モータ 100 に交流電圧（駆動電圧） V_{ac} を印加する。これによりリニア振動モータ 100 の通常運転が行われる。

【0065】

このとき、可動子位置演算部 2 a は、モータドライバ 1 a に印加される交流電流（駆動電流） I_{ac} 及び交流電圧（駆動電圧） V_{ac} に基づいて可動子の位置を算出する位置演算を、上記ステップ S 11～S 13 により求められたモータ推力定数 α を用いて行い、該算出された可動子位置 X_{cul} を示す可動子位置情報 I_x をモータドライバ 1 a に出力する。

【0066】

すると、モータドライバ 1 a は、上記可動子位置情報 I_x に基づいて、リニア振動モータ 100 へ印加する交流電圧 V_{ac} の制御を、往復運動する可動子とその限界位置を超えないよう行う。

【0067】

このように本実施の形態 1 では、リニア振動モータ 100 を駆動するモータ駆動装置 101 a において、リニア振動モータ 100 に直流電圧 V_{dc} を印加するモータドライバ 1 a と、リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力を検出する推力検出部 3 a とを備え、上記リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流 I

dc、及び推力検出部 3 a により検出された可動子の推力 F_{thr} に基づいて、リニア振動モータ 100 の推力定数 α を算出するので、モータ推力定数を用いる位置演算により得られる可動子の位置を、精度の高いものとできる。

【0068】

つまり、上記可動子の位置を算出する位置演算に使用するモータ推力定数を、固定の値とする従来の方法では、個々のリニア振動モータの間での推力定数のバラツキの影響により、上記位置演算により算出される可動子の位置の精度が低いものとなっていたが、本実施の形態 1 では、リニア振動モータ毎にモータ推力定数が算出されるため、上記位置演算は、個々のリニア振動モータの間での推力定数のバラツキの影響を受けることなく行われる。つまり、上記位置演算に使用するモータ推力定数を、個々のリニア振動モータに対応した正確な値とすることができ、上記位置演算の精度を向上させることができる。

【0069】

これにより、リニア振動モータ運転時の可動子の位置制御を精度良く行うことができ、可動子とリニア振動モータ筐体との間のクリアランスの削減により、リニア振動モータの小型化あるいは高出力化を図ることができる効果がある。

【0070】

また、上記実施の形態 1 では、上記モータ推力定数を算出する処理（ステップ S11～S13）を、リニア振動モータの組み立て後に行うので、上記モータ推力定数の算出を、リニア振動モータの組み立て時に行う場合と比べると、以下のような効果がある。

【0071】

つまり、リニア振動モータの組み立て時に上記ステップ S11～S13 を行ってモータ推力定数を算出する場合、リニア振動モータの通常運転状態で、該算出したモータ推力定数に基づいて可動子の位置を求める位置演算をハードウェアにより行うモータ駆動装置では、モータ推力定数を示す抵抗などの能動部品の調整により、モータ推力定数の値が設定される。また、上記可動子の位置を求める位置演算をソフトウェアにより行うモータ駆動装置では、上記モータ推力定数の値をマイコンに記憶させる、もしくはモータ推力定数を示す抵抗などの能動部品を

調整することにより、上記モータ推力定数の値が設定される。

【0 0 7 2】

このように、リニア振動モータの組み立て時にモータ推力定数を算出する場合、組み立て時にモータ推力定数を補正する複雑な工程が増えるだけではなく、推力定数が決定されたリニア振動モータに、該決定された推力定数に対応するよう調整された駆動装置が組み合わせられることとなり、モータもしくは駆動装置のどちらか一方が故障した場合、両方の交換が必要となる。

【0 0 7 3】

一方、リニア振動モータの組み立て後の可動子が往復動作していない状態で、モータ推力定数を決定する場合には、組み立て時にモータ推力定数を補正する複雑な工程を必要とせず、さらにはリニア振動モータに駆動装置が組み合わせられた状態で、モータ推力定数が決定されるため、リニア振動モータと駆動装置の一方が故障した場合でも、故障したものを交換した後に推力定数の決定が可能であり、このため、故障した部分の交換だけで済むという効果もある。

【0 0 7 4】

なお、上記実施の形態 1 では、上記ステップ S 1 1 ~ S 1 3 の処理を、リニア振動モータの通常運転を開始する前に行う場合を示しているが、上記ステップ S 1 1 ~ S 1 3 の処理は、リニア振動モータの通常運転の終了後に行ってもよく、リニア振動モータの運転が行われていない状態であれば、どのような状態で行ってもよい。具体的には、可動子が往復動作していない状態で上記ステップ S 1 1 ~ S 1 3 を行って、モータ推力定数を算出し、該算出した値をマイクロコンピュータに記憶させる処理等により、算出されたモータ推力定数の値を保持する。

【0 0 7 5】

(実施の形態 2)

図 3 は、本発明の実施の形態 2 によるモータ駆動装置 1 0 1 b を説明するためのブロック図である。

この実施の形態 2 のモータ駆動装置 1 0 1 b は、リニア振動モータへの直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が移動した移動距離 X_{mea} と、可動子を支持するバネ部材のバネ定数とに基づいてモータ推力定数 α を算出し、可動子の位置を算出す

る位置演算を、上記算出されたモータ推力定数に基づいて行うものであり、この点のみ実施の形態 1 のモータ駆動装置 101a と異なっている。

【0076】

すなわち、この実施の形態 2 のモータ駆動装置 101b は、上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 101a における推力検出部 3a に代えて、リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が移動する移動距離 X_{mea} を検出する移動距離検出部 5b と、該検出された移動距離 X_{mea} と、可動子を支持するバネ部材のバネ定数 k とに基づいて、リニア振動モータへの直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出する推力検出部 3b とを備えたものである。

【0077】

以下、上記モータ駆動装置 101b を構成するモータドライバ 1a、可動子位置演算部 2a、推力定数決定部 4a、移動距離検出部 5b 及び推力検出部 3b について詳しく説明する。

【0078】

この実施の形態 2 のモータ駆動装置 101b のモータドライバ 1a、可動子位置演算部 2a 及び推力定数決定部 4a は、上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 101a におけるものと同等のものである。

【0079】

ここで、上記モータドライバ 1a は、上記推力定数算出モード（非運転モード）では、上記リニア振動モータ 100 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう、該モータ 100 に一定レベルの直流電圧 V_{dc} を印加し、上記運転モードでは、リニア振動モータ 100 に交流電圧 V_{ac} を印加するとともに、該交流電圧 V_{ac} のレベル（波高値）を、上記可動子位置演算部 2a により算出された可動子位置に応じて制御するものとしている。

【0080】

また、移動距離検出部 5b は、上記リニア振動モータへの直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が移動した移動距離 X_{mea} を、ほぼ静的な状態で検出するものであり、周波数特性がそれほど高くない差動トランス等により構成可能である。

【0081】

上記推力検出部 3 b は、移動距離検出部 5 b により検出された可動子の移動距離 X_{mea} と、リニア振動モータ 100 を構成するバネ部材のバネ定数 k とを乗算する演算により、上記リニア振動モータ 100 に供給される直流電流 I_{dc} により発生する可動子の推力 F_{thr} を求めるものである。

【0082】

次に動作について説明する。

図 4 は、この実施の形態 2 のモータ駆動装置 101 b の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にて推力定数を算出する動作のフローチャートを示している。

【0083】

まず、モータドライバ 1 a の推力定数算出モードでの動作について説明する。

モータドライバ 1 a は、その制御部の制御により、リニア振動モータ 100 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう一定レベルの直流電圧 V_{dc} をリニア振動モータ 100 に印加する（ステップ S 21）。

【0084】

上記移動距離検出部 5 b は、上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 100 に流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(2)$ が一定に維持された状態で、可動子が、可動子にバネ部材のバネ力が作用しない中立位置から移動した距離 X_{mea} を検出し、該検出した移動距離 X_{mea} を示す移動距離情報 I_{xmea} を出力する（ステップ S 22）。

【0085】

推力検出部 3 b は、上記移動距離検出部 5 b からの移動距離情報 I_{xmea} が示す可動子の移動距離 X_{mea} と、リニア振動モータ 100 を構成するバネ部材のバネ定数 k とを乗算する演算を行って、上記リニア振動モータ 100 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を算出し、該算出された推力 F_{thr} を示す推力情報 I_f を出力する（ステップ S 23）。

【0086】

そして、推力定数決定部 4 a は、上記ステップ S 23 で検出された可動子の推

力 F_{thr} を、リニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(2)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を算出し、該推力定数 α を示す推力定数情報 I_{α} を出力する（ステップ S 2 4）。

【 0 0 8 7 】

また、モータドライバ 1 a の運転モードでの動作は、実施の形態 1 と同様に行われる。

モータドライバ 1 a が、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧として交流電圧 V_{ac} を印加すると、リニア振動モータ 1 0 0 の通常運転が行われる。

【 0 0 8 8 】

リニア振動モータ 1 0 0 の運転中には、可動子位置演算部 2 a にて可動子の位置を算出する位置演算が、上記ステップ S 2 1 ～ S 2 4 により求められたモータ推力定数 α を用いて行われ、モータドライバ 1 a は、上記位置演算により得られた可動子位置に応じて、リニア振動モータ 1 0 0 へ印加する交流電圧 V_{ac} の制御を行う。

【 0 0 8 9 】

このように本実施の形態 2 では、リニア振動モータ 1 0 0 を駆動するモータ駆動装置 1 0 1 b において、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加するモータドライバ 1 a と、リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子在中立位置から移動した移動距離 X_{mea} を検出する移動距離検出部 5 b と、該検出された移動距離 X_{mea} と、バネ部材のバネ定数 k とに基づいて、リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を求める推力検出部 3 b とを備え、上記リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流 I_{dc} 、及び推力検出部 3 b により求められた可動子の推力 F_{thr} に基づいて、リニア振動モータ 1 0 0 の推力定数 α を算出するので、可動子の移動距離 X_{mea} を検出するだけで、モータ推力定数 α の算出が可能となり、推力定数 α の算出を簡単な構成により行うことができる効果がある。

【 0 0 9 0 】

また、可動子の位置検出は可動子がほぼ静止している状態で行われるため、使

用する位置センサは周波数特性のそれほど高くない簡易的なものを用いることができるという効果もある。

【0091】

(実施の形態3)

図5は、本発明の実施の形態3によるモータ駆動装置101cを説明するためのブロック図である。

この実施の形態3のモータ駆動装置101cは、リニア振動モータ100への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が所定位置に達したときの直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(3)$ と、上記可動子をバネ部材のバネ力に抗して上記所定位置に保持するのに要する抗力とに基づいて、モータ推力定数 α を算出し、可動子の位置を算出する位置演算を、上記算出されたモータ推力定数 α に基づいて行うものであり、この点のみ実施の形態1のモータ駆動装置101aと異なっている。

【0092】

すなわち、この実施の形態3のモータ駆動装置101cは、上記実施の形態1のモータ駆動装置101aと同様、リニア振動モータ100の運転中に可動子の位置を算出する可動子位置演算部2aと、該算出された可動子の位置に応じて、リニア振動モータ100を駆動制御するモータドライバ1aとを有している。

【0093】

このモータ駆動装置101cは、リニア振動モータ100への直流電圧 V_{dc} の印加により、可動子が所定位置 P_{dec} に到達したことを検出し、該検知信号 S_p を出力する所定位置到達検知部6cと、可動子が中立位置以外の所定位置に位置するよう、上記バネ部材のバネ力に対抗して可動子を保持するのに必要な抗力を示す情報(推力情報) I_f を出力する推力検出部3cとを有している。ここで、中立位置は、可動子にこれを支持するバネ部材のバネ力が作用しない位置である。

【0094】

また、このモータ駆動装置101cは、リニア振動モータ100に供給される電流を検出する電流センサ4c1を有し、上記推力検出部3cからの推力情報 I_f 、上記所定位置到達検知部6cからの検知信号 S_p 、及び該電流センサ4c1の出

力 C snsに基づいて、上記リニア振動モータの推力定数 α を決定して、該決定された推力定数 α を示す推力定数情報 $I \alpha$ を上記可動子位置演算部 2 a に出力する推力定数決定部 4 c を有している。

【 0 0 9 5 】

以下、上記モータ駆動装置 1 0 1 c を構成するモータドライバ 1 a , 可動子位置演算部 2 a , 推力検出部 3 c , 推力定数決定部 4 c , 及び所定位置到達検知部 6 c について詳しく説明する。

【 0 0 9 6 】

この実施の形態 3 のモータ駆動装置 1 0 1 c におけるモータドライバ 1 a 及び可動子位置演算部 2 a は、上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 におけるものと同等のものである。

【 0 0 9 7 】

そして、この実施の形態 3 の所定位置到達検知部 6 c は、リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により、可動子が、その中立位置からあらかじめ定められた所定位置 P_{dec} まで移動したとき、該可動子が所定位置 P_{dec} に到達したことを検知するものである。この所定位置到達検知部 6 c の出力信号である検知信号 S_p は、可動子が上記所定位置に到達したこと、及び上記可動子が上記所定位置に達していないことのいずれかを、2 値（つまり信号値 [1] あるいは信号値 [0] ）により示す 2 値信号である。具体的には、上記所定位置到達検知部 6 c は、その値が [1] あるいは [0] である 2 値信号を出力するホール素子等により構成されている。また、上記所定位置到達検知部 6 c は、上記のようにホール素子を用いたものに限らず、例えば、上記可動子が所定位置に到達したとき何らかの振動を発生するよう設計したものでもよく、この場合は、推力情報決定部 4 c は、その振動を検知するものとなる。

【 0 0 9 8 】

また、推力検出部 3 c は、可動子を、これを支持するバネ部材のバネ力に対抗して、中立位置以外の所定位置に保持するのに必要な、あらかじめ算出された抗力を可動子の推力 F_{thr} として示す推力情報 $I \alpha$ を出力するものである。具体的には、推力検出部 3 c からの推力情報 $I \alpha$ が示す推力は、中立位置（リニア振動

モータに何も力を加えないときの可動子の位置) から所定位置 P_{dec} までの距離と、リニア振動モータ 1 0 0 を構成する上記支持バネのバネ定数 k との積である。

【0 0 9 9】

上記推力定数決定部 4 c は、所定位置到達検知部 6 c から可動子が所定位置に到達したという検知信号 S_p が入力されたときの、リニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(3)$ を検出し、推力検出部 3 c から出力された推力情報 I_f が示す可動子の推力 F_{thr} を上記電流値 $I_{dc}(3)$ により除算する演算を行って、モータ推力定数 α を決定し、該モータ推力定数 α を示す推力定数情報 I_α を出力するものである。

【0 1 0 0】

次に動作について説明する。

図 6 は、この実施の形態 3 のモータ駆動装置 1 0 1 c の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にて推力定数を算出する動作のフローチャートを示している。

【0 1 0 1】

まず、モータドライバ 1 a の推力定数算出モード（非運転モード）での動作について説明する。

モータドライバ 1 a は、その制御部の制御により、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう該リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する（ステップ S 3 1）。このとき、上記リニア振動モータ 1 0 0 に供給する直流電流 I_{dc} のレベルは徐々に段階的に増加させる。

【0 1 0 2】

そして、所定位置到達検知部 6 c は、上記直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が、あらかじめ決めていた所定位置 P_{det} に到達すると、該位置に可動子が到達したことを示す 2 値信号、つまりその信号値が [1] である検知信号 S_p を出力する（ステップ S 3 2）。

【0 1 0 3】

次に、上記推力検出部 3 c は、可動子をこれを支持するバネ部材のバネ力に対

抗して所定位置に保持するのに要する、予め算出された抗力を、可動子の推力 F_{thr} として示す推力情報 I_f を出力する（ステップ S 3 3）。

【0 1 0 4】

さらに、上記推力定数決定部 4 c は、所定位置到達検知部 6 c からの検知信号 S_p が入力されたときの、リニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} の電流値 $I_{dc}(3)$ を検出し、推力検出部 3 c からの推力情報 I_f が示す推力 F_{thr} を上記電流値 $I_{dc}(3)$ により除算する演算を行って、モータ推力定数 α を決定し、該推力定数 α を示す推力定数情報 I_α を出力する（ステップ S 3 4）。

【0 1 0 5】

また、モータドライバ 1 a の運転モードでの動作は、実施の形態 1 あるいは実施の形態 2 と同様に行われる。

モータドライバ 1 a が、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧として交流電圧 V_{ac} を印加すると、リニア振動モータ 1 0 0 の通常運転が行われる。

【0 1 0 6】

リニア振動モータ 1 0 0 の運転中には、可動子位置演算部 2 a にて可動子の位置を算出する位置演算が、上記ステップ S 3 1 ~ S 3 4 により求められたモータ推力定数 α を用いて行われ、モータドライバ 1 a は、上記位置演算により得られた可動子位置に応じて、リニア振動モータ 1 0 0 へ印加する交流電圧 V_{ac} の制御を行う。

【0 1 0 7】

このように本実施の形態 3 では、リニア振動モータ 1 0 0 を駆動するモータ駆動装置 1 0 1 c において、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加するモータドライバ 1 a と、リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が所定位置 P_{dec} に到達したことを検出して検知信号 S_p を出力する所定位置到達検知部 6 c と、可動子を、バネ部材のバネ力に対抗して上記所定位置 P_{dec} に保持するのに必要な抗力を可動子の推力 F_{thr} として示す情報（推力情報） I_f を出力する推力検出部 3 c とを備え、上記リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流 I_{dc} 、及び推力検出部 3 c からの推力情報 I_f が示す可動子の推力に基づいて、リニア振動モータの

推力定数 α を算出するので、リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により可動子が所定位置に到達したことを検出するだけで、モータ推力定数 α の算出が可能となり、推力定数の算出を簡単な構成により行うことができる効果がある。

【0 1 0 8】

また、このモータ駆動装置 1 0 1 c では、検出の対象となる可動子の状態は、可動子が所定位置 P_{dec} に位置しているか否かであり、言い換えると検知対象が 0 か 1 かの状態量であるため、上記所定位置到達検知部 6 c を簡易的なセンサで実現できるという効果もある。

【0 1 0 9】

(実施の形態 4)

図 7 は、本発明の実施の形態 4 によるモータ駆動装置 1 0 1 d を説明するためのブロック図である。

【0 1 1 0】

この実施の形態 4 のモータ駆動装置 1 0 1 d は、リニア振動モータ 1 0 0 の推力定数 α をリニア振動モータの運転直前に算出し、リニア振動モータ 1 0 0 の運転中は、可動子の位置を算出する位置演算を、上記運転直前に算出されたモータ推力定数 α に基づいて行うものであり、この点のみ実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a と異なっている。

【0 1 1 1】

すなわち、この実施の形態 4 のモータ駆動装置 1 0 1 d は、上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a におけるモータドライバ 1 a に代えて、上記リニア振動モータ 1 0 0 の運転が行われるよう該リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧（交流電圧） V_{ac} を印加する運転モードと、上記リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する推力定数算出モード（非運転モード）との 2 つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ 1 0 0 の起動命令を検知し、リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数 α の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ 1 d を備えたものである。

【0 1 1 2】

そして、このモータ駆動装置 1 0 1 d におけるその他の構成は、上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a におけるものと同一である。

【0 1 1 3】

次に動作について説明する。

図 8 は実施の形態 4 のモータ駆動装置 1 0 1 d の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にてモータ推力定数 α を算出する動作のフローチャートを示している。

【0 1 1 4】

上記モータドライバ 1 d は、リニア振動モータ 1 0 0 の起動信号を検知し、つまり可動子の往復運動開始を示す情報を検知し、その動作モードが一時的に推力定数算出モードとなり、リニア振動モータを一時停止状態となるよう制御する（ステップ S 4 1）。

【0 1 1 5】

次に、モータドライバ 1 d は、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する（ステップ S 4 2）。

【0 1 1 6】

すると、推力検出部 3 a は、上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 1 0 0 に流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(4)$ が維持された状態で、リニア振動モータの可動子に作用する電磁力（可動子の推力） F_{thr} を検知する（ステップ S 4 3）。

【0 1 1 7】

さらに、推力定数決定部 4 a は、上記ステップ S 4 3 で検出された可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 1 0 0 を流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(4)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を算出する（ステップ S 4 4）。

【0 1 1 8】

その後、モータドライバ 1 d の動作モードは推力定数算出モードから運転モードとなり、モータドライバ 1 d は、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧として交流電圧 V_{ac} を印加する。これによりリニア振動モータの可動子の往復動作が開始

し、リニア振動モータの通常運転が行われる（ステップ S 4 5）。

【 0 1 1 9 】

このリニア振動モータの運転状態で、可動子位置演算部 2 a は、リニア振動モータ 1 0 0 に印加される交流駆動電流 V_{ac} 及び交流駆動電圧 I_{ac} から可動子の位置を算出する演算を、上記算出されたモータ推力定数 α に基づいて行い、モータドライバ 1 a は、算出された可動子位置に基づいて、リニア振動モータ 1 0 0 へ印加する交流電圧 V_{ac} の制御を、往復運動する可動子とその限界位置を超えないよう行う。

【 0 1 2 0 】

このように本実施の形態 4 では、リニア振動モータ 1 0 0 を駆動するモータ駆動装置 1 0 1 d において、上記リニア振動モータ 1 0 0 の運転が行われるよう該リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧 V_{ac} を印加する運転モードと、上記リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する推力定数算出モードとの 2 つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ 1 0 0 の起動命令を検知し、リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ 1 d を備え、運転直前にリニア振動モータのモータ推力定数を算出するので、可動子の位置の演算には、個々のリニア振動モータに対応した正確な値のモータ推力定数が用いられることとなり、可動子の位置算出の精度を向上させることできる効果がある。

【 0 1 2 1 】

また、この実施の形態 4 では、リニア振動モータの運転直前にモータ推力定数が算出する処理が行われるため、常に最新のリニア振動モータの状態でのモータ推力定数を用いて可動子の位置を算出する演算が行われることとなり、このため、時間経過とともにモータ推力定数が変化しても、精度の高い位置演算を行うことができるという効果もある。

【 0 1 2 2 】

なお、この実施の形態 4 では、モータ駆動装置 1 0 1 d として、実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a におけるモータドライバ 1 a に代えて、運転モード及び推力定数決定モードの 2 つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ 1 0 0

の起動命令を検知し、リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数 α の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ1 dを備えたものを示したが、上記モータ駆動装置1 0 1 dは、実施の形態2のモータ駆動装置1 0 1 cあるいは実施の形態3のモータ駆動装置1 0 1 cにおけるモータドライバ1 aに代えて、上記モータドライバ1 dを備えたものであってもよい。

【0 1 2 3】

(実施の形態5)

図9は、本発明の実施の形態5によるモータ駆動装置1 0 1 eを説明するためのブロック図である。

【0 1 2 4】

この実施の形態5のモータ駆動装置1 0 1 eは、リニア振動モータ1 0 0の推力定数 α をリニア振動モータ1 0 0の運転直後に算出し、リニア振動モータ1 0 0の運転中には、可動子の位置を算出する位置演算を、前回の運転の終了直後に算出されたモータ推力定数 α を用いて行うものであり、この点のみ実施の形態1のモータ駆動装置1 0 1 aと異なっている。

【0 1 2 5】

すなわち、この実施の形態5のモータ駆動装置1 0 1 eは、上記実施の形態1のモータ駆動装置1 0 1 aにおけるモータドライバ1 aに代えて、上記リニア振動モータ1 0 0の運転が行われるよう該リニア振動モータ1 0 0に駆動電圧（交流電圧） V_{ac} を印加する運転モードと、上記リニア振動モータ1 0 0に直流電圧 V_{dc} を印加する推力定数算出モード（非運転モード）との2つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ1 0 0の運転終了直後に上記モータ推力定数 α の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ1 eを備えたものである。

【0 1 2 6】

また、この実施の形態5のモータ駆動装置1 0 1 eの可動子位置演算部2 aは、リニア振動モータの運転終了直後に算出されたモータ推力定数を、次のリニア振動モータの運転中に可動子の位置を算出する演算で用いるものである。

そして、本実施の形態 5 のモータ駆動装置 1 0 1 e におけるその他の構成は、実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a におけるものと同一である。

【0 1 2 7】

次に動作について説明する。

図 1 0 は実施の形態 5 のモータ駆動装置 1 0 1 e の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にてモータ推力定数 α を算出する動作のフローチャートを示している。

【0 1 2 8】

上記モータドライバ 1 e は、リニア振動モータの運転停止を示す信号を検知すると（ステップ S 5 1）、リニア振動モータへの駆動電圧（交流電圧） V_{ac} の印加を停止する。

【0 1 2 9】

そして、上記モータドライバ 1 e は、リニア振動モータ 1 0 0 の可動子の運動が完全に停止すると、その動作モードが一時的に推力定数算出モードとなって、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう直流電圧 V_{dc} を印加する（ステップ S 5 2）。

【0 1 3 0】

すると、推力検出部 3 a は、上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 1 0 0 に流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(5)$ が維持された状態で、リニア振動モータの可動子に作用する電磁力（可動子の推力） F_{thr} を検知する（ステップ S 5 3）。

【0 1 3 1】

さらに、推力定数決定部 4 a は、上記ステップ S 5 3 で検出された可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 1 0 0 を流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(5)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を算出する（ステップ S 5 4）。

【0 1 3 2】

そして、その後、モータドライバ 1 e は、リニア振動モータ 1 0 0 の起動信号を検知すると、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧として交流電圧 V_{ac} を印加する。これによりリニア振動モータ 1 0 0 の通常運転が行われることとなる。

【0 1 3 3】

このリニア振動モータ 1 0 0 の運転中には、可動子位置演算部 2 a にて可動子の位置を算出する位置演算が、前回の運転の終了後に、上記ステップ S 5 1 ～ S 5 4 により求められたモータ推力定数 α を用いて行われ、モータドライバ 1 e は、上記位置演算により得られた可動子位置に応じて、リニア振動モータ 1 0 0 へ印加する交流電圧 V_{ac} の制御を、往復運動する可動子とその限界位置を超えないよう行う。

【0 1 3 4】

このように本実施の形態 5 では、リニア振動モータ 1 0 0 を駆動するモータ駆動装置 1 0 1 e において、上記リニア振動モータ 1 0 0 の運転が行われるよう該リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧 V_{ac} を印加する運転モードと、上記リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する推力定数算出モードとの 2 つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ 1 0 0 の停止命令を検知し、リニア振動モータの運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ 1 e を備え、リニア振動モータの運転終了直後にリニア振動モータのモータ推力定数を算出し、該算出されたモータ推力定数を、次回のリニア振動モータの運転中に可動子の位置を算出する位置演算に用いるので、可動子の位置演算には、個々のリニア振動モータに対応した正確な値のモータ推力定数が用いられることとなり、可動子の位置算出の精度を向上させることできる効果がある。

【0 1 3 5】

また、この実施の形態 5 では、リニア振動モータの運転終了の直後にモータ推力定数が算出する処理が行われるため、常に最新のリニア振動モータの状態でのモータ推力定数を用いて可動子の位置を算出する位置演算が行われることとなり、このため時間経過とともにモータ推力定数が変化しても、精度の高い位置演算を行うことができるという効果がある。

【0 1 3 6】

また、モータ推力定数の演算は、リニア振動モータの運転終了直後に行われるため、モータ温度が実際のリニア振動モータの運転時の温度とほぼ同等である状

態でモータ推力定数が算出されることとなる。つまり、モータ推力定数は温度により変化するが、実際にモータが動作するときの温度で推力定数を算出することにより、リニア振動モータの運転時の正確なモータ推力定数を取得することができ、可動子の位置を算出する位置演算をより高い精度で行うことができるという効果がある。

【0137】

さらに、モータ推力定数の算出をリニア振動モータの運転停止後に行うため、リニア振動モータの動作を妨げることなく、モータ推力定数を算出することができるという効果もある。

【0138】

なお、この実施の形態5では、モータ駆動装置101eとして、実施の形態1のモータ駆動装置101aにおけるモータドライバ1aに代えて、運転モード及び推力定数決定モードの2つの動作モードを有し、上記リニア振動モータ100の運転終了直後に上記モータ推力定数 α の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記推力定数決定モードとなるモータドライバ1eを備えたものを示したが、上記モータ駆動装置101eは、実施の形態2のモータ駆動装置101cあるいは実施の形態3のモータ駆動装置101cにおけるモータドライバ1aに代えて、上記モータドライバ1eを備えたものであってもよい。

【0139】

(実施の形態6)

図11は、本発明の実施の形態6によるモータ駆動装置101fを説明するためのブロック図である。

【0140】

この実施の形態6のモータ駆動装置101fは、リニア振動モータ100の非運転状態で、リニア振動モータの推力定数 α とモータ温度Tとの関係(推力定数温度関数)Qを導出し、リニア振動モータ100の運転状態には、検出したモータ温度T(d)から、上記推力定数温度関数Qに基づいてリニア振動モータ100の運転状態でのモータ推力定数 α (d)を推定し、可動子の位置を算出する位置演算を、該推定されたモータ推力定数 α (d)を用いて行うものであり、この点のみ

実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a と異なっている。

【0 1 4 1】

すなわち、この実施の形態 6 のモータ駆動装置 1 0 1 f は、リニア振動モータ 1 0 0 の運転が行われるよう該リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧を印加する運転モードと、リニア振動モータ 1 0 0 の可動子の推力 F_{thr} が発生するよう該リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加する非運転モード（推力定数算出モード）とを有し、リニア振動モータ 1 0 0 の運転開始時及び運転終了時には、該リニア振動モータ 1 0 0 が動作していない状態で、一時的に動作モードが非運転モードとなるモータドライバ 1 f を有している。

【0 1 4 2】

具体的には、モータドライバ 1 f では、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧（例えば交流電圧 V_{ac} ）が印加されていない状態で、外部からのリニア振動モータ 1 0 0 の起動命令が検出されたとき、リニア振動モータが停止している場合は、動作モードが一時的に非運転モードとなり、リニア振動モータが停止していない場合は、リニア振動モータが停止した後、動作モードが一時的に非運転モードとなる。また、このモータドライバ 1 f では、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧 V_{ac} が印加されている状態で、外部からのリニア振動モータ 1 0 0 の停止命令が検出されたとき、リニア振動モータが停止した後、動作モードが一時的に非運転モードとなる。また、上記モータドライバ 1 f では、リニア振動モータ 1 0 0 に駆動電圧 V_{ac} が印加されていない状態で、上記起動命令以外に、外部から一定時間毎に入力されるタイミング信号が検出されたとき、リニア振動モータが停止している場合は、動作モードが一時的に非運転モードとなり、リニア振動モータが停止していない場合は、リニア振動モータの動作が停止した後、動作モードが一時的に非運転モードとなる。

【0 1 4 3】

ここでは、モータドライバ 1 f は、上記のように、その動作モードがリニア振動モータ 1 0 0 の運転開始時及び運転終了時の両方の時点で一時的に非運転モードとなるものとしているが、モータドライバ 1 f は、リニア振動モータ 1 0 0 の運転開始時及び運転終了時のいずれか一方の時点で、言い換えると、起動命令の

検出時あるいは停止命令の検出時に、動作モードが一時的に非運転モードとなるものであってもよい。

【0 1 4 4】

モータ駆動装置 1 0 1 f は、リニア振動モータ 1 0 0 の温度（モータ温度） T を検出して、検出したモータ温度 T を示す温度情報 I_t を出力する温度検出部 7 f を有している。上記温度検出部 7 f は、リニア振動モータ 1 0 0 に取り付けられた温度センサなどからなる。

【0 1 4 5】

モータ駆動装置 1 0 1 f は、上記リニア振動モータ 1 0 0 に印加される直流電圧 V_{dc} により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出し、該可動子の推力 F_{thr} を示す情報（推力情報） I_f を出力する推力検出部 3 a と、上記検出された可動子の推力 F_{thr} 及び上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} に基づいて、種々のモータ温度 T に対応するリニア振動モータ 1 0 0 の推力定数 α を決定する推力定数決定部 4 f とを有している。

【0 1 4 6】

ここで、上記推力検出部 3 a は、実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a におけるものと同一のものである。また、上記推力定数決定部 4 f は、推力検出部 3 a により検出された可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} の電流値 $I_{dc}(6)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を決定し、決定したモータ推力定数 α を示す推力定数情報 I_α を出力するものである。

【0 1 4 7】

モータ駆動装置 1 0 1 f は、リニア振動モータ 1 0 0 の非運転状態で、上記推力定数決定部 4 f からの推力定数情報 I_α と、上記温度検出部 7 f からのモータ温度情報 I_t とに基づいて、モータ推力定数 α と該モータ推力定数 α の算出時に検出されたモータ温度 T との関係（推力定数温度関数） Q を導出し、リニア振動モータ 1 0 0 の運転状態では、運転状態で検出されたモータ温度 $T(d)$ に基づいて、上記導出した推力定数温度関数 Q から運転状態のモータ推力定数 $\alpha(d)$ を推定する処理を行う推力定数推定部 8 f と、リニア振動モータ 1 0 0 の運転中に上

記可動子の位置 X_{cul} を算出する演算を、上記推力定数推定部 8 f での処理により得られたモータ推力定数 α (d) を用いて行う可動子位置算出部 2 f とを有している。

【0 1 4 8】

ここで、上記推力定数温度関数 Q は、算出されたモータ推力定数 α と、検出されたモータ温度 T とを変数とする 1 次関数であっても、モータ推力定数 α とモータ温度 T との対応関係を表す 2 次元のマトリックスであってもよい。また、この推力定数推定部 8 f は、上記運転状態のモータ推力定数 α (d) を推定する処理を、上記外部からのタイミング信号が検出されたときに行うものとする。

【0 1 4 9】

また、上記可動子位置演算部 2 f は、リニア振動モータ 1 0 0 の運転状態で、可動子の位置を演算により求めるものである。具体的な方法としては、従来の技術の説明で示した特表平 8 - 5 0 8 5 5 8 号公報に記載のように、リニア振動モータ 1 0 0 の運動方程式から可動子の位置を算出する方法が用いられる。但し、この可動子位置演算部 2 f では、可動子の位置の演算に用いられる推力定数は、モータ推力定数推定部 8 f での処理により運転状態でのモータ推力定数 α (d) である。

【0 1 5 0】

なお、このモータ駆動装置 1 0 1 f は、上記タイミング信号を発生するとともに、ユーザの操作に応じてリニア振動モータ 1 0 0 の起動命令及び停止命令を出力する制御部（図示せず）と、タイミング信号、リニア振動モータ 1 0 0 の起動命令あるいは停止命令を検出したとき、リニア振動モータ 1 0 0 が動作しているか否か、言い換えると可動子が運動状態であるか停止状態であるかを判定する動作判定部（図示せず）とを有している。

【0 1 5 1】

次に動作について説明する。

図 1 2 は実施の形態 6 のモータ駆動装置 1 0 1 f の動作を説明する図であり、該モータ駆動装置にて、上記推力定数温度関数 Q の導出及びモータ推力定数の推定を行う動作のフローチャートを示している。このモータ駆動装置 1 0 1 f では

、タイミング信号、リニア振動モータ 1 0 0 の起動命令及び停止命令が検出されたとき、上記推力定数温度関数 Q を導出する処理、及び運転状態のモータ推力定数 α (d) を推定する処理のいずれか一方が、リニア振動モータ 1 0 0 が動作しているか否かに応じて行われる。

【0 1 5 2】

すなわち、このモータ駆動装置 1 0 1 f における動作判定部（図示せず）は、上記タイミング信号、リニア振動モータ 1 0 0 の起動命令あるいは停止命令を検出したとき、リニア振動モータ 1 0 0 が動作しているか否かを判定する（ステップ S 6 1）。

【0 1 5 3】

上記ステップ S 6 1 にて、上記リニア振動モータ 1 0 0 が動作していないと判定されたときは、モータドライバ 1 f は、その動作モードが非運転モードとなり、リニア振動モータ 1 0 0 に直流電流 I_{dc} が供給されるよう、直流電圧 V_{dc} を印加する（ステップ S 6 2）。

【0 1 5 4】

次に、上記直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 1 0 0 に流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(6)$ が維持された状態で、推力検出部 3 a が、リニア振動モータ 1 0 0 の可動子に作用する電磁力（可動子の推力） F_{thr} を検知する（ステップ S 6 3）。

【0 1 5 5】

続いて、推力定数決定部 4 f は、上記ステップ S 6 3 で検出された可動子の推力 F_{thr} を、リニア振動モータ 1 0 0 を流れる直流電流 I_{dc} の値 $I_{dc}(6)$ で除算する演算を行って、モータ推力定数 α を算出する（ステップ S 6 4）。

【0 1 5 6】

そして、温度検出部 7 f は非運転状態でのモータ温度 $T(s)$ を検出し、推力定数推定部 8 f は、該モータ温度 $T(s)$ を示す温度情報 I_t と、推力定数決定部 4 f からの推力定数情報 I_α とに基づいて、モータ温度 T とモータ推力定数 α の対応関係（推力定数温度関数） Q を作成する（ステップ S 6 5）。

【0 1 5 7】

一方、上記ステップ S 6 1 にて、上記リニア振動モータ 1 0 0 が動作していると判定されたときは、温度検出部 7 f は、運転中のリニア振動モータ 1 0 0 の温度 $T(d)$ を検出し（ステップ S 6 6）、推力定数推定部 8 f は、ステップ S 6 5 で求めたモータ温度 T とモータ推力定数 α の関係（推力定数温度関数） Q と、ステップ S 6 6 で測定した運転状態でのモータ温度 $T(d)$ とに基づいて、運転中のリニア振動モータのモータ推力定数 $\alpha(d)$ を推定し、該推定したモータ推力定数を示す情報 $I_\alpha(d)$ を、可動子位置演算部 2 f に出力する（ステップ S 6 7）。

【0 1 5 8】

そして、可動子位置演算部 2 f は、リニア振動モータ 1 0 0 に印加される駆動電流及び駆動電圧から可動子の位置を算出する位置演算を、上記ステップ S 6 1 ～ S 6 7 により得られた運転状態のモータ推力定数 $\alpha(d)$ を用いて行って、該算出された可動子位置 X_{cul} を示す可動子位置情報 I_x をモータドライバ 1 f に出力する。すると、モータドライバ 1 f は、この可動子位置情報 I_x に基づいて、リニア振動モータ 1 0 0 へ印加する駆動電圧の制御を、往復運動する可動子とその限界位置を超えないよう行う。

【0 1 5 9】

このように本実施の形態 6 では、リニア振動モータ 1 0 0 を駆動するモータ駆動装置 1 0 1 f において、リニア振動モータ 1 0 0 に印加される直流電圧 V_{dc} により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出する推力検出部 3 a と、上記検出された可動子の推力 F_{thr} 及びリニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} に基づいてモータ推力定数 α を決定する推力定数決定部 4 f と、リニア振動モータの温度を検出する温度検出部 7 f と、リニア振動モータの非運転状態では、上記検出されたモータ温度 T と上記決定されたモータ推力定数 α とに基づいて、モータ推力定数 α とモータ温度 T との関係 Q を導出し、リニア振動モータの運転状態では、運転状態でのモータ推力定数 $\alpha(d)$ を、運転状態で検出されたモータ温度 $T(d)$ に基づいて、推力定数温度関数 Q から推定する推力定数推定部 8 f とを備えたので、リニア振動モータの運転状態で行われる可動子の位置演算には、正確なモータ推力定数が用いられることとなり、可動子の位置の演算の精度を向上させることできる効果がある。

【 0 1 6 0 】

また、この実施の形態 6 では、リニア振動モータの運転直前及び運転終了直後にモータ推力定数を算出する処理が行われるため、常に最新のリニア振動モータの状態でのモータ推力定数に基づいて位置演算が行われることとなり、このため時間経過とともにモータ推力定数が変化しても、精度の高い可動子の位置演算を行うことができるという効果がある。

【 0 1 6 1 】

また、実際に動作しているときのモータ温度 $T(d)$ から、運転状態でのリニア振動モータのモータ推力定数 $\alpha(d)$ を推定していることから、リニア振動モータの温度変化の大きい状態でも正確な推力定数を用いて、可動子の位置演算を高い精度で行うことができるという効果がある。

【 0 1 6 2 】

なお、上記実施の形態 6 では、モータ駆動装置 1 0 1 f として、その推力検出部 3 a が実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a のものと同一であるものを示したが、この実施の形態 6 のモータ駆動装置 1 0 1 f は、上記推力検出部 3 a に代えて、実施の形態 2 のモータ駆動装置 1 0 1 b の移動距離検出部 5 b 及び推力検出部 3 b を備えたものでもよい。さらに、この実施の形態 6 のモータ駆動装置 1 0 1 f は、上記推力検出部 3 a に代えて、実施の形態 3 の所定位置到達検知部 6 c 及び推力検出部 3 c を備え、上記推力定数決定部 4 f を、上記リニア振動モータの推力定数 α の決定を実施の形態 3 の推力定数決定部 4 c と同様に行うものとしてもよい。

【 0 1 6 3 】

【発明の効果】

以上のように、本発明（請求項 1）に係るモータ駆動装置によれば、往復運動可能に設けられた可動子と、上記可動子を支持するバネ部材とを有するリニア振動モータを駆動するモータ駆動装置であって、上記リニア振動モータにその運転が行われるよう駆動電圧を印加する運転モードと、上記リニア振動モータにその可動子の推力が発生するよう直流電圧を印加する非運転モードとを有するモータドライバと、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の

推力を示す推力情報を出力する推力情報出力部と、上記推力情報が示す推力を、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加によりリニア振動モータに供給される直流電流で除算する演算を行って、上記リニア振動モータのモータ推力定数を算出する推力定数算出部と、上記算出されたモータ推力定数に基づいて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行う可動子位置演算部とを備えたことを特徴とするので、正確なモータ推力定数を用いて、可動子の位置を算出する演算を精度良く行うことができる効果がある。

【0164】

つまり、上記可動子の位置を算出する位置演算に使用するモータ推力定数を、固定の値とする従来の方法では、個々のリニア振動モータの間での推力定数のバラツキの影響により、上記位置演算により算出される可動子の位置の精度が低いものとなっていたが、本発明では、リニア振動モータ毎にモータ推力定数が算出されるため、上記位置演算は、個々のリニア振動モータの間での推力定数のバラツキの影響を受けることなく行われる。つまり、上記位置演算に使用するモータ推力定数を、個々のリニア振動モータに対応した正確な値とすることができ、上記位置演算の精度を向上させることができる。

【0165】

また、本発明では、上記モータ推力定数を算出する処理は、リニア振動モータの組み立て後に行われることとなるので、上記モータ推力定数の算出を、リニア振動モータの組み立て時に行う場合と比べると、以下のような効果もある。

【0166】

つまり、上記可動子の位置演算に使用するモータ推力定数を、リニア振動モータの組み立て時に決定する方法では、組み立て時にモータ推力定数を補正する複雑な工程が増えるだけでなく、推力定数が決定されたリニア振動モータに、該決定された推力定数に対応するよう調整された駆動装置が組み合わせられることとなり、この結果、モータもしくは駆動装置のどちらか一方が故障した場合、両方の交換が必要となる。

【0167】

これに対し、本発明では、モータ推力定数を算出する処理は、リニア振動モータ

タの組み立て後に行われるので、組み立て時の、モータ推力定数を補正する工程を必要とせず、さらにはリニア振動モータに駆動装置が組み合わせられた状態で、モータ推力定数が決定されるため、リニア振動モータと駆動装置の一方が故障した場合でも、故障したものを交換した後に推力定数の決定が可能であり、故障した部分の交換だけで済むという効果もある。

【0168】

本発明（請求項2）によれば、請求項1記載のモータ駆動装置において、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により上記可動子が移動した距離を検出する移動距離検出部を備え、上記推力情報出力部は、上記移動距離検出部により検出された可動子の移動距離と、上記バネ部材のバネ定数とを乗算する演算により、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生する可動子の推力を決定し、決定した可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするので、可動子の移動距離を検出するだけで、モータ推力定数の算出が可能となり、モータ推力定数の算出を簡単な構成により行うことができる効果がある。

【0169】

また、可動子の位置検出は可動子がほぼ静止している状態で行われるため、使用する位置センサは周波数特性のそれほど高くない簡易的なものを用いることができるという効果もある。

【0170】

本発明（請求項3）によれば、請求項1記載のモータ駆動装置において、上記可動子が、該可動子に上記バネ部材のバネ力が作用しない中立位置から所定距離離れた定位置に到達したとき、上記可動子が該定位置に達したことを示す検知信号を出力する可動子位置検知部を備え、上記推力情報出力部は、上記検知信号を受けたとき、上記リニア振動モータへの直流電圧の印加により発生し、かつ上記定位置に位置している可動子に作用するバネ部材のバネ力と釣り合う可動子の推力を示す推力情報を出力するものであることを特徴とするので、リニア振動モータへの直流電圧の印加により可動子が所定位置に到達したことを検出するだけで、モータ推力定数の算出が可能となり、推力定数の算出を簡単な構成により行うことができる効果がある。

【0 1 7 1】

また、この発明では、検出の対象となる可動子の状態は、可動子が所定位置に位置しているか否かであり、言い換えると検知対象が0か1かの状態量であるため、上記所定位置到達検知部を簡易的なセンサで実現できるという効果もある。

【0 1 7 2】

本発明（請求項4）によれば、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、該運転の開始時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするので、可動子の位置の演算には、個々のリニア振動モータに対応した正確な値のモータ推力定数が用いられることとなり、可動子の位置算出の精度を向上させることのできる効果がある。

【0 1 7 3】

また、この発明では、リニア振動モータの運転前にモータ推力定数が算出する処理が行われるため、常に最新のリニア振動モータの状態でのモータ推力定数を用いて可動子の位置を算出する演算が行われることとなり、このため、時間経過とともにモータ推力定数が変化しても、精度の高い位置演算を行うことができるという効果もある。

【0 1 7 4】

本発明（請求項5）によれば、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記可動子位置演算部は、リニア振動モータの運転中に、前回の運転の終了時の非運転モードにて算出されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするので、リニア振動モータの運転終了の直後にモータ推力定数が算出する処理が行われることとなる。つまり、常に最新のリニア振動モータの状態でのモータ推力定

数を用いて可動子の位置を算出する位置演算が行われることとなり、このため時間経過とともにモータ推力定数が変化しても、精度の高い位置演算を行うことができるという効果がある。

【0175】

また、この発明では、モータ推力定数の演算は、リニア振動モータの運転終了直後に行われるため、モータ温度が実際のリニア振動モータの運転時の温度とほぼ同等である状態でモータ推力定数が算出されることとなる。つまり、モータ推力定数は温度により変化するが、実際にモータが動作するときの温度で推力定数を算出することにより、リニア振動モータの運転時の正確なモータ推力定数を取得することができ、可動子の位置を算出する位置演算をより高い精度で行うことができるという効果がある。

【0176】

さらに、この発明では、モータ推力定数の算出をリニア振動モータの運転停止後に行うため、リニア振動モータの動作を妨げることなく、モータ推力定数を算出することができるという効果もある。

【0177】

本発明（請求項6）によれば、請求項1から3のいずれかに記載のモータ駆動装置において、上記リニア振動モータの温度を検出する温度検出部と、上記推力定数算出部により算出されたモータ推力定数及び上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記可動子の位置を算出するリニア振動モータ運転中の位置演算で用いるモータ推力定数を推定するモータ推力定数推定部を備え、上記モータドライバは、上記リニア振動モータの運転開始時あるいは運転終了時に、またはその運転開始時及び運転終了時に、上記モータ推力定数の算出が行われるよう、その動作モードが一時的に上記非運転モードとなるものであり、上記モータ推力定数推定部は、上記リニア振動モータの非運転時には、上記非運転モードにて算出されたモータ推力定数と、該モータ推力定数が算出されたときに上記温度検出部により検出された温度とに基づいて、上記リニア振動モータの温度とそのモータ推力定数の関係を導き、上記リニア振動モータの運転時には、上記温度検出部により検出された温度に基づいて、上記リニア振動モータの温度とモータ推力

定数の関係から、上記リニア振動モータの運転状態でのモータ推力定数を推定するものであり、上記可動子位置演算部は、上記リニア振動モータの運転中に、上記推定されたモータ推力定数を用いて、上記可動子の位置を算出する位置演算を行うものであることを特徴とするので、リニア振動モータの運転状態で行われる可動子の位置演算には、正確なモータ推力定数が用いられることとなり、可動子の位置の演算の精度を向上させることできる効果がある。

【0 1 7 8】

また、この発明では、実際にリニア振動モータが動作しているときのモータ温度から、運転状態でのリニア振動モータのモータ推力定数を推定しているので、リニア振動モータの温度変化の大きい状態でも正確な推力定数を用いて、可動子の位置演算を高い精度で行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 によるモータ駆動装置 1 0 1 a を説明するブロック図である。

【図 2】

上記実施の形態 1 のモータ駆動装置 1 0 1 a の動作をフローチャートにより説明する図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 2 によるモータ駆動装置 1 0 1 b を説明するブロック図である。

【図 4】

上記実施の形態 2 のモータ駆動装置 1 0 1 b の動作をフローチャートにより説明する図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 3 によるモータ駆動装置 1 0 1 c を説明するブロック図である。

【図 6】

上記実施の形態 3 のモータ駆動装置 1 0 1 c の動作をフローチャートにより説

明する図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 4 によるモータ駆動装置 1 0 1 d を説明するブロック図である。

【図 8】

本発明の実施の形態 4 によるモータ駆動装置 1 0 1 d の動作をフローチャートにより説明する図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 5 によるモータ駆動装置 1 0 1 e を説明するブロック図である。

【図 1 0】

上記実施の形態 5 のモータ駆動装置 1 0 1 e の動作をフローチャートにより説明する図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態 6 によるモータ駆動装置 1 0 1 f を説明するブロック図である。

【図 1 2】

上記実施の形態 6 のモータ駆動装置 1 0 1 f の動作をフローチャートにより説明する図である。

【図 1 3】

本発明及び従来のリニア振動モータの等価回路を示す図である。

【図 1 4】

上記リニア振動モータの可動子位置を運動方程式を用いて算出する処理を説明するための模式図である。

【符号の説明】

- 1 a, 1 d, 1 f モータドライバ
- 2 a, 2 f 可動子位置演算部
- 3 a, 3 b, 3 c 推力検出部
- 4 a, 4 f 推力定数決定部

5 b 移動距離検出部

6 c 所定位置到達検知部

7 f 温度検出部

8 f 推力定数推定部

1 0 0 リニア振動モータ

1 0 1 a, 1 0 1 b, 1 0 1 c, 1 0 1 d, 1 0 1 e, 1 0 1 f モータ駆動

装置

α モータ推力定数

Csns 電流センサ出力

F thr 可動子の推力

I α (d) モータ推力定数情報 (運転中)

I ac 交流電流

I dc 直流電流

I f 可動子推力情報

I t モータ温度情報

I x 可動子位置情報

I xmea 移動距離情報

S p 到達検知信号

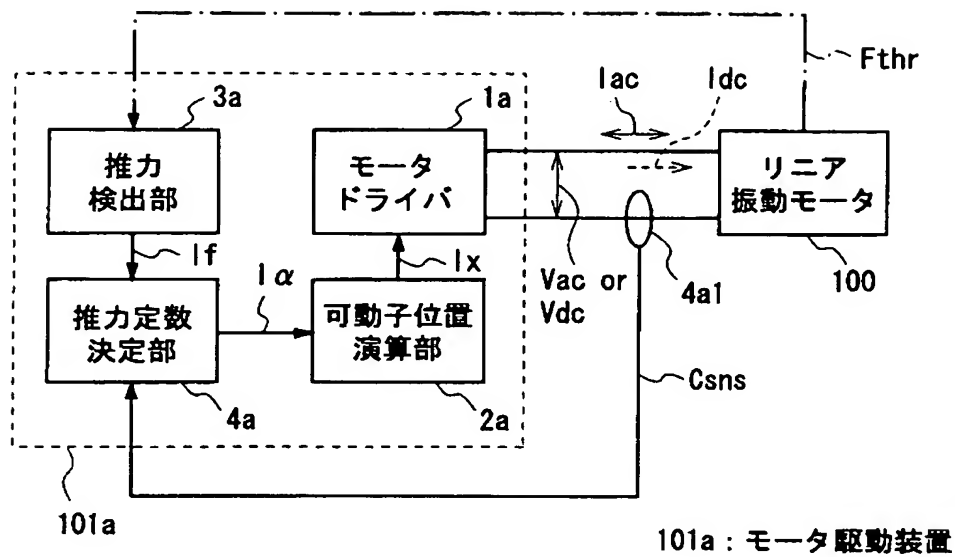
V ac 交流電圧

V dc 直流電圧

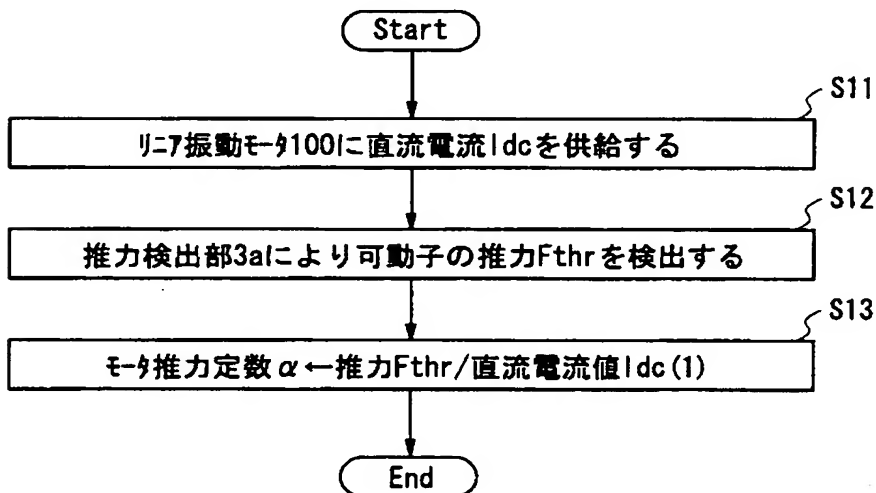
X cul 可動子の位置

【書類名】 図面

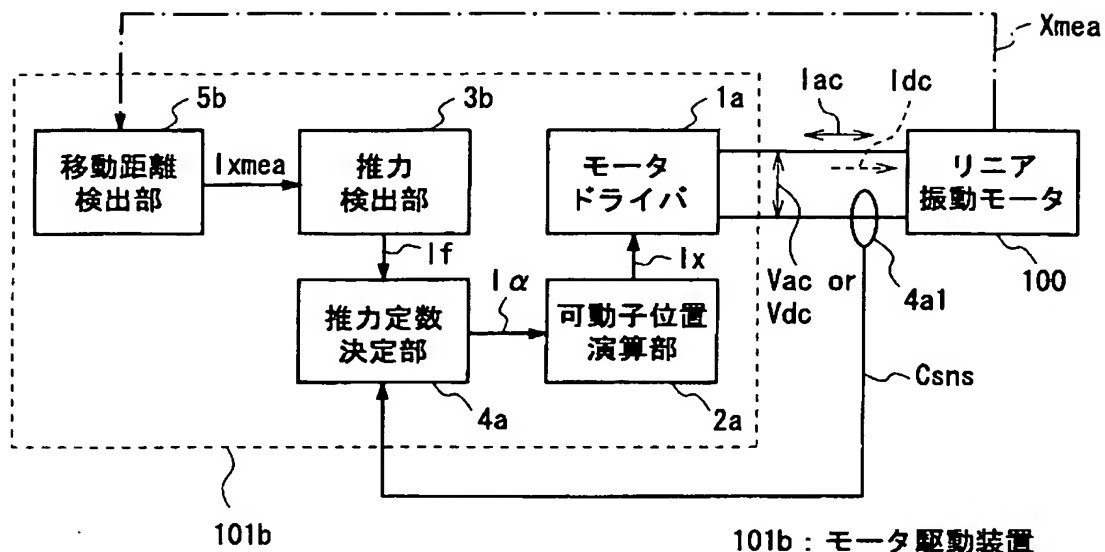
【図 1】



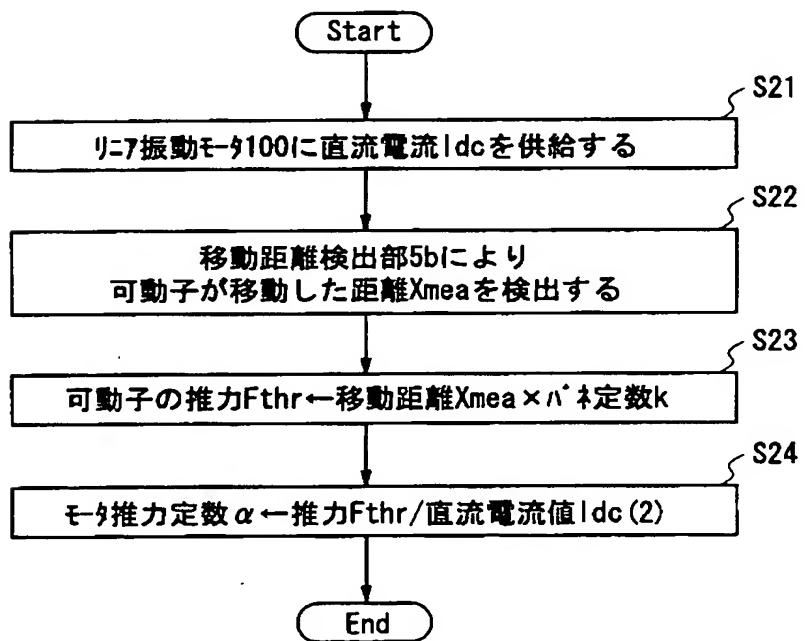
【図 2】



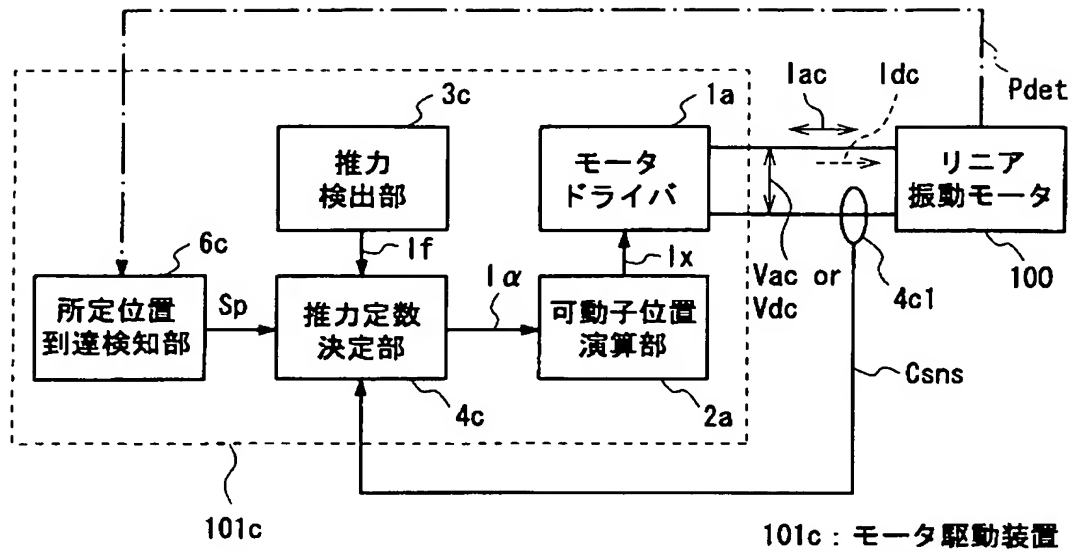
【図 3】



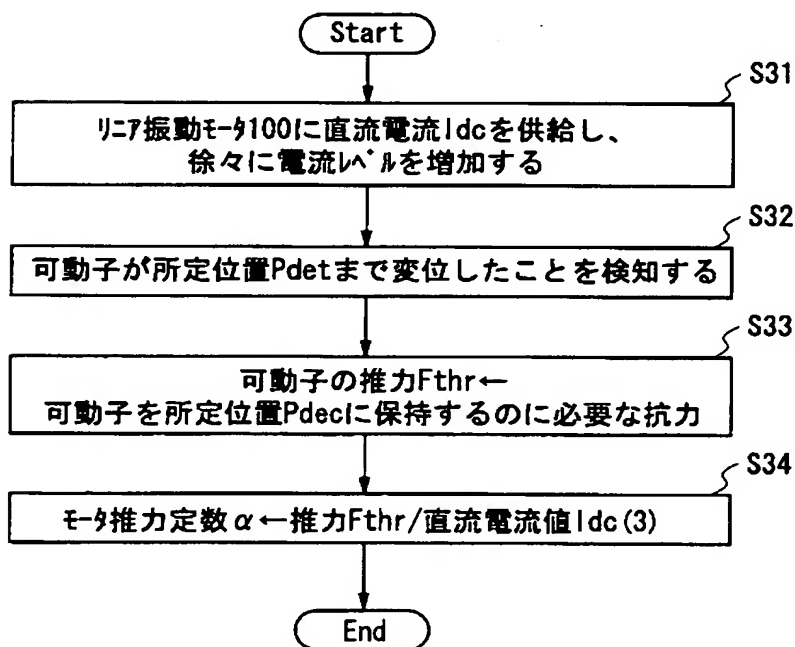
【図 4】



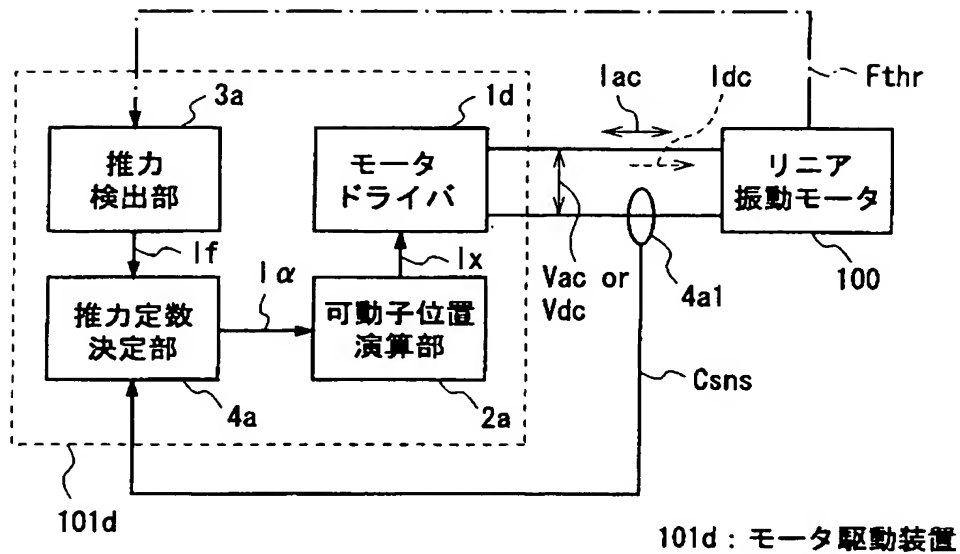
【図 5】



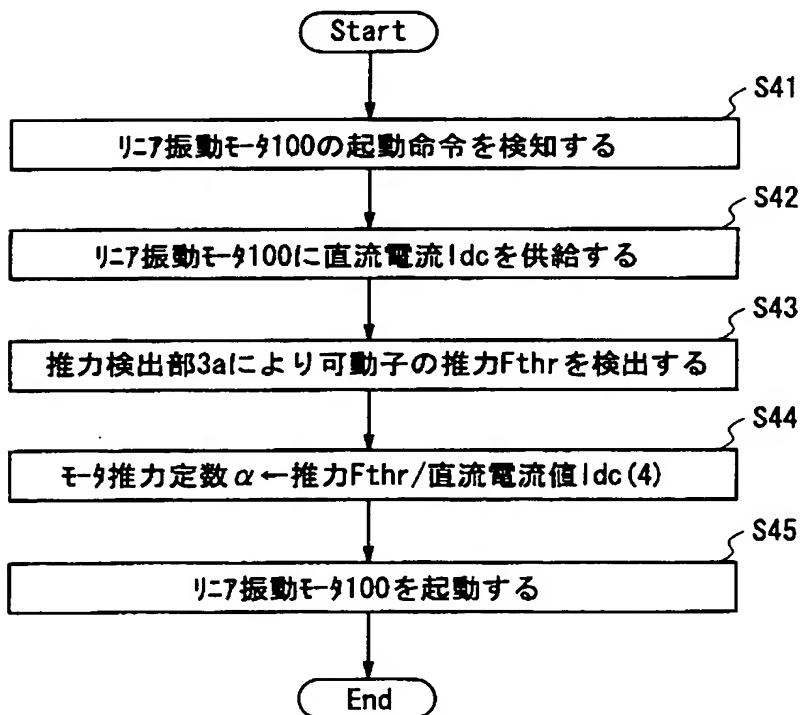
【図 6】



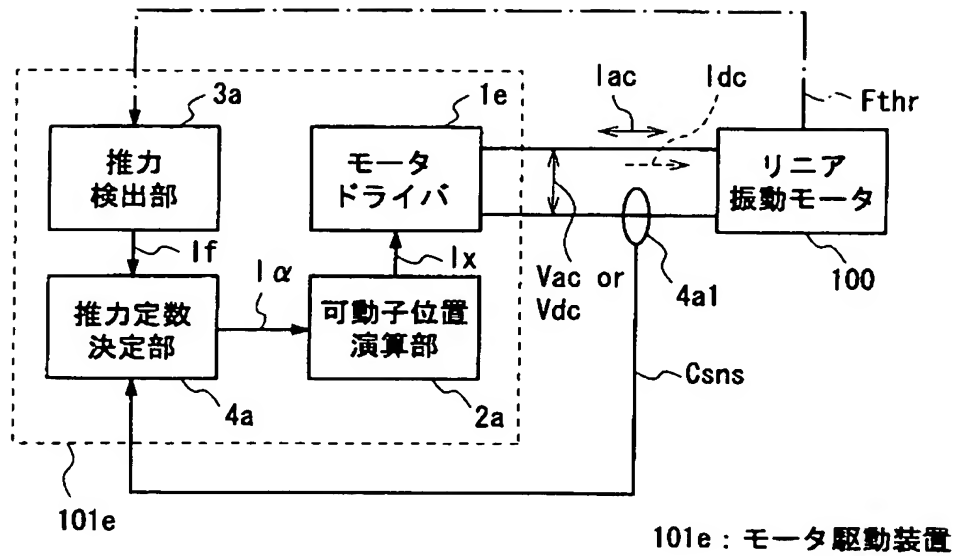
【図 7】



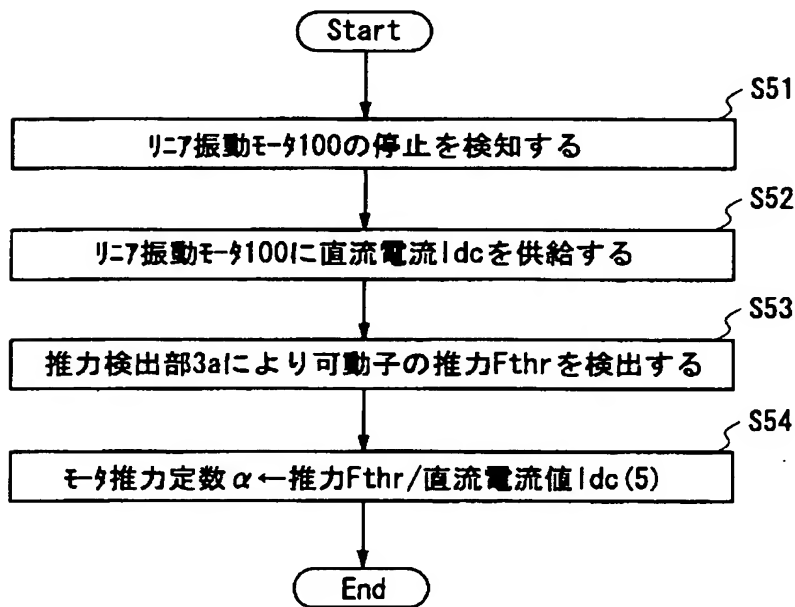
【図 8】



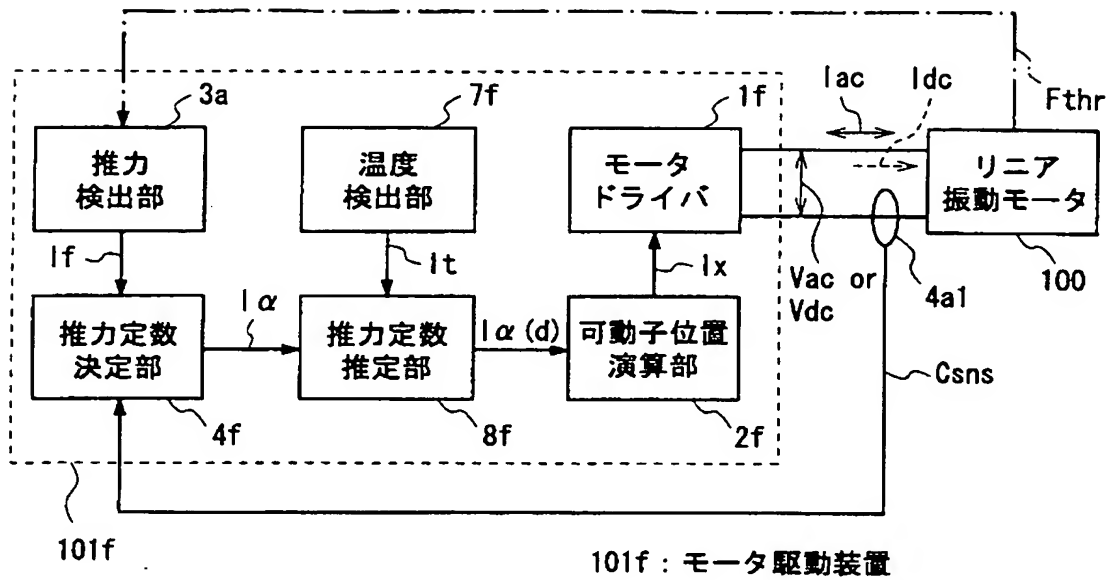
【図 9】



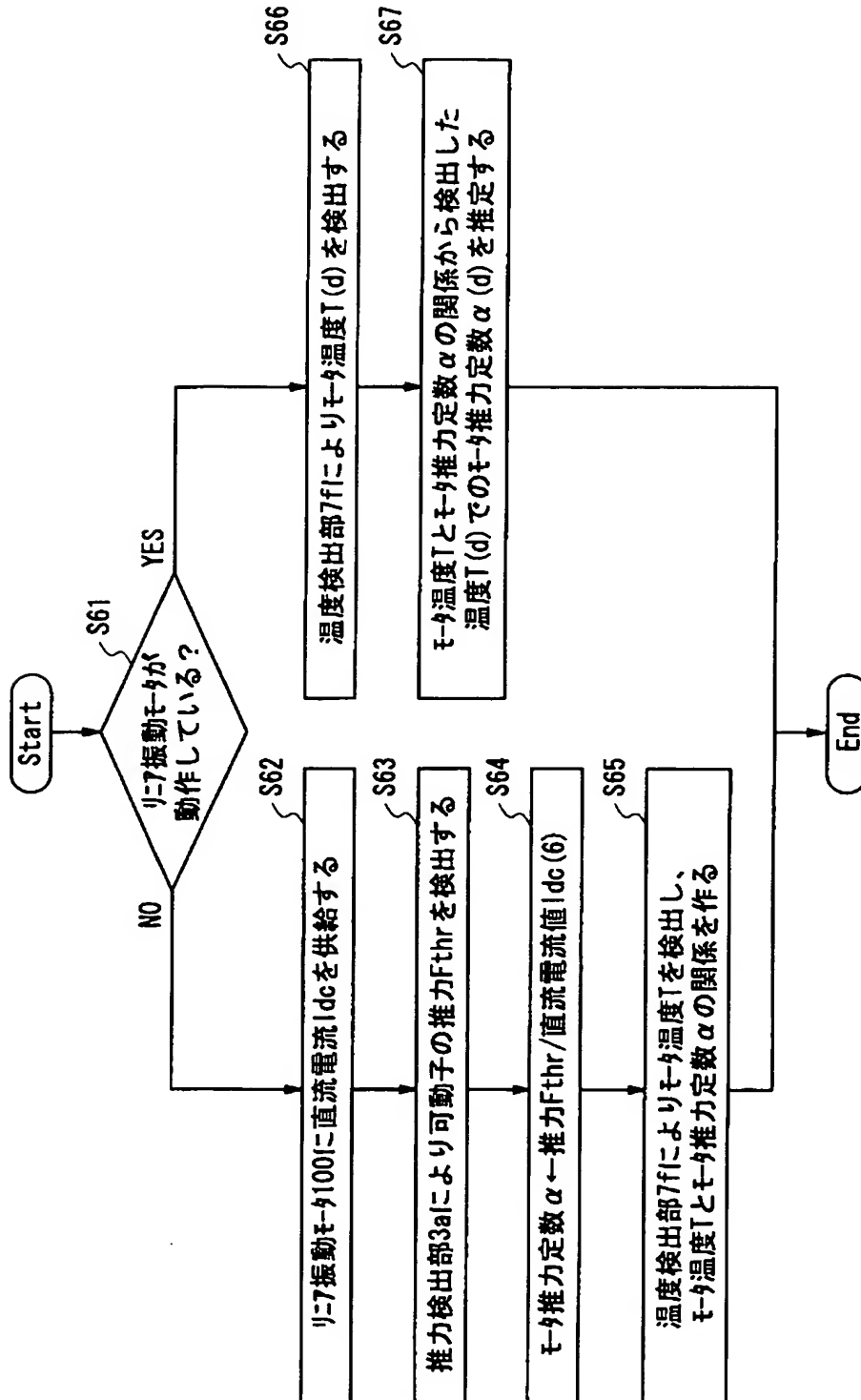
【図 10】



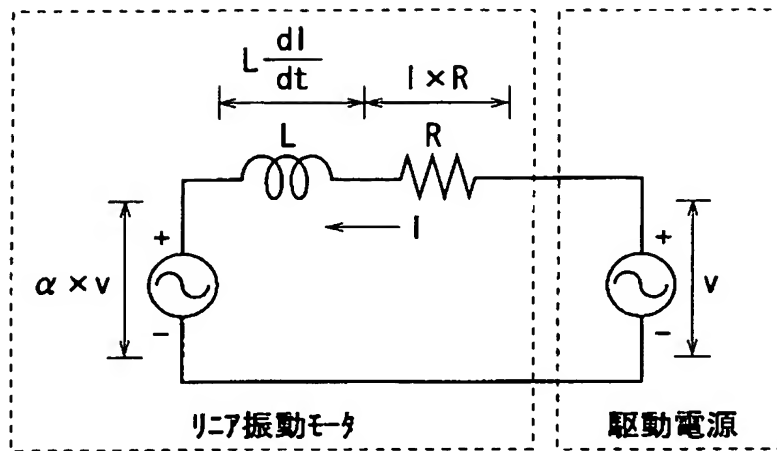
【図 11】



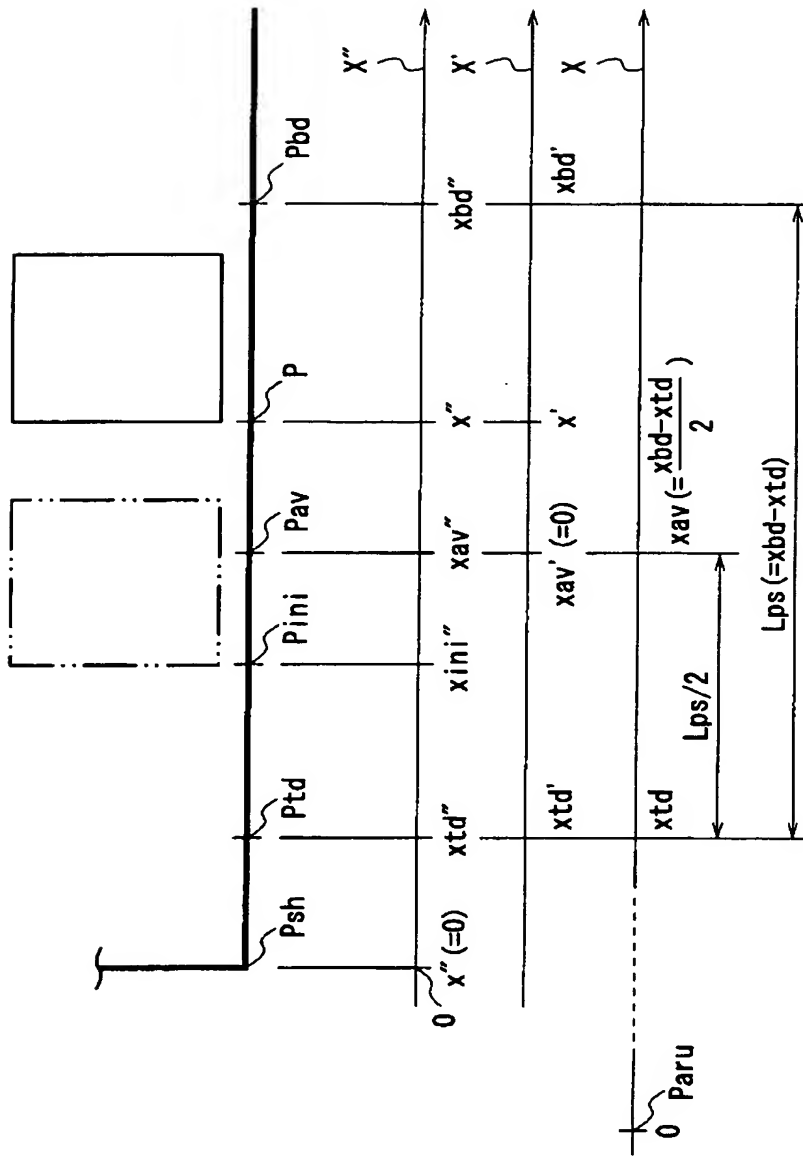
【図 12】



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リニア振動モータ 1 0 0 の駆動装置 1 0 1 a において、リニア振動モータの可動子の位置を算出する位置演算に用いるモータ推力定数 α を、個々のリニア振動モータに対応した正確な値として、上記位置演算の精度を向上させる。

【解決手段】 リニア振動モータ 1 0 0 に直流電圧 V_{dc} を印加するモータドライバ 1 a と、該リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加により発生する可動子の推力 F_{thr} を検出する推力検出部 3 a とを備え、該推力検出部 3 a により検出された可動子の推力 F_{thr} を、上記リニア振動モータ 1 0 0 への直流電圧 V_{dc} の印加によりリニア振動モータ 1 0 0 に供給される直流電流 I_{dc} の値で除算する演算により、リニア振動モータ 1 0 0 の推力定数 α を算出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 4 5 0 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社